



TUGAS AKHIR – TI 141501

**EVALUASI JUMLAH DAN KAPASITAS KAPAL UNTUK
MENDISTRIBUSIKAN SEMEN CURAH DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN KEGIATAN PERAWATAN KAPAL**

ELISABETH

NRP 2513 100 120

Dosen Pembimbing

Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D.,

NIP. 19700523199601100

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT – TI 141501

**EVALUATING THE NUMBER AND CAPACITY OF VESSELS
FOR BULK CEMENT DISTRIBUTION CONSIDERING
MAINTENANCE SCHEDULING**

ELISABETH

NRP 2513 100 120

Supervisor

Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D,

NIP. 19700523199601100

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI JUMLAH DAN KAPASITAS KAPAL UNTUK MENDISTRIBUSIKAN SEMEN CURAH DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KEGIATAN PERAWATAN KAPAL

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program S-1 Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Surabaya

Oleh :

ELISABETH

NRP 2513 100 120

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D,

NIP. 197005231996011001

EVALUASI JUMLAH DAN KAPASITAS KAPAL UNTUK MENDISTRIBUSIKAN SEMEN CURAH DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KEGIATAN PERAWATAN KAPAL

Nama : Elisabeth
NRP : 2513100120
Jurusan : Teknik Industri
Pembimbing : Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

ABSTRAK

Kapal sebagai salah satu mode transportasi yang digunakan PT Indocement untuk mendistribusikan produknya melalui jalur laut. PT Indocement menggunakan mode transportasi semen untuk mengirimkan produk semen curah ke distributor-distributor yang terletak di Jawa, Bali, dan Kalimantan. Untuk menentukan jumlah kapal yang tepat dalam mendistribusikan semen curah merupakan hal yang kompleks. Hal tersebut dikarenakan adanya ketidakpastian dalam *demand*, waktu perjalanan, lama *loading*, dan *unloading* di setiap pelabuhan sehingga metode optimasi eksak atau formulasi matematis sulit untuk dilakukan. Oleh karena itu metode yang cocok digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah metode *discrete-event simulation*. Dengan menggunakan metode simulasi percobaan dapat dilakukan dengan skenario berbeda tanpa mempengaruhi kinerja operasional harian.

Dalam melakukan penentuan jumlah kapal perlu diperhatikan faktor-faktor luar yang mempengaruhi kinerja kapal dalam mendistribusikan. Salah satu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga kondisi kapal adalah perawatan. Perawatan merupakan segala kegiatan yang dilakukan untuk menjaga sistem bekerja dengan baik. Dengan adanya kegiatan perawatan ada kemungkinan dibutuhkannya penambahan jumlah kapal untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*.

Hasil penelitian menunjukkan modul simulasi yang dibangun dapat digunakan untuk menentukan jumlah kapal dan kapasitasnya untuk menentukan jumlah kapal yang optimal agar tidak terjadi *shortage*. Dari pengerjaan penelitian juga didapatkan pengaruh kegiatan pemeliharaan dalam penentuan jumlah kapal yang optimal. Dengan adanya pengaturan jadwal pemeliharaan yang dilakukan pada saat permintaan semen sedang turun maka jumlah kapal dengan kapasitas 3.200-4.500 tidak membutuhkan adanya tambahan armada. Namun untuk kapal dengan kapasitas di atas 4.500 dibutuhkan penambahan satu armada kapal agar tidak terjadi *shortage* di pelabuhan bongkar.

Kata Kunci : Semen Curah, Pemeliharaan, Transportasi Laut, Simulasi Diskrit

EVALUATING THE NUMBER AND CAPACITY OF VESSELS FOR BULK CEMENT DISTRIBUTION CONSIDERING MAINTENANCE SCHEDULING

Name : Elisabeth
Student ID : 2513100120
Department : Industrial Engineering
Supervisor : Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

ABSTRACT

Vessels as a modes of transportation used by PT Indocement to distribute their product by sea transportation. The company use that mode to distribute bulk cement to distributor located in Java, Bali, and Borneo. For determining the number and capacity of a proper vessel in distribute bulk cement is a complex subject. This because the uncertainty in demand, time travel, time to loading and unloading in every port. So the formulation mathematical method is hard to do. Hence the method suitable to solve these problems were discrete-event simulation method. By using the discrete-event simulation, simulated experiment can be done by different scenario without affecting operational performance.

In the conduct the determination of the number of vessels should be noted the factors that influence performance of the vessels. One of the activities to maintain the condition of the ships is maintenance. Maintenance is all the activity that is made to keep the system work well. The maintenance activities cause there was a possibility that needed the addition of the vessel to prevent any shortage.

The research result show the simulation module can be used for determining the number of vessels and capacity. From this research also obtained the influence of maintenance activities in determination the optimum of the number of vessels. With the arrangement schedule of maintenance it was made in offpeak season the number of a ship with capacity 3.200-4.500 don't need the additional ship. But for a ships with the capacity more than 4.500 needed to adding a vessel to avoid the shortage.

Keywords : Bulk Vessel, Maintenance, Sea Transportation, Discrete-event
Simulation

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat dan penyertaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Jumlah dan Kapasitas Kapal Untuk Mendistribusikan Semen Curah dengan Mempertimbangkan Jadwal Perawatan Kapal”. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan sarjana program studi S-1 Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penyelesaian laporan ini tidak terlepas dari bantuan pihak lain, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Hatman Tambunan dan Peninta selaku orang tua yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa agar penelitian ini dapat selesai.
2. Keluarga yang juga telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, ilmu, nasehat, dan perbaikan selama pengerjaan Tugas Akhir serta kesempatan menjadi siswa yang dibimbing.
4. Bapak Prof. Budi Santosa, Ph. D. dan Bapak Erwin Widodo. S.T,Ir, M. Eng., Dr.Eng. selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan penelitian ini.
5. Dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Industri ITS yang membantu selama masa perkuliahan.
6. Aldhiaz Pradipta Ichromantoro yang telah menemani, mendukung, dan memberikan semangat selama pengerjaan penelitian ini dan perkuliahan.
7. Eveline Herarti Setyaputri, Tiara Giovani, Clara Beatrix Hutapea, Diandra Priandani, Novira Claresta, Pijar Amani, dan Sabilla Uzlifat yang telah menjadi sahabat selama perkuliahan.

8. Zhahirah Ramadaniah, Fryda Vanesia, Natalia Manalu, Netty, dan teman-teman lainnya yang memberikan semangat dan pengalaman pertemenan.
9. Sarika Putriali dan Uly Kurniawati yang telah membantu dan menjadi grup Maritime Transportation untuk menyelesaikan Tugas Akhir bersama.
10. Dea Ayudya yang menjadi teman yang bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan penelitian ini.

Pengerjaan laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan. Oleh karena saran dan kritik dibutuhkan agar dapat menjadi lebih baik. Jika terdapat kesalahan selama pengerjaan laporan ini penulis meminta maaf. Penulis berhadarp adanya pengerjaan laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Permasalahan	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan dan Asumsi	5
1.5.1 Batasan.....	5
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Manajemen Transportasi Laut	9
2.2 Jenis Kapal	10
2.3 Inventory Days of Supply.....	11
2.4 Simulasi	12
2.6.1 Definisi Sistem.....	12
2.6.2 Elemen Sistem	12
2.6.3 Variabel Sistem.....	13
2.6.4 Metriks Performansi Sistem (System Performance Matrics)	14
2.5 Tipe-tipe Simulasi	14

2.6	Validasi dan Verifikasi	14
2.8.1	Verifikasi.....	15
2.8.2	Validasi.....	15
2.7	Overview Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Identifikasi Permasalahan	18
3.2	Studi Sistem Distribusi	18
3.2.1	Elemen Sistem.....	19
3.2.2	Variabel Sistem	20
3.2.3	Key Performance Indicator	20
3.3	Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	20
3.4	Pembuatan Ide Skenario Perbaikan	21
3.5	Pembuatan Model Konseptual	22
3.6	Pembuatan Model Simulasi	22
3.7	Validasi dan Verifikasi	22
3.8	Eksperimen	23
3.9	Analisis Skenario	23
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	23
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		25
4.1	Pengumpulan Data.....	25
4.1.1	Data Struktural	25
4.1.2	Data Operasional	26
4.1.3	Data Numerik	27
4.2	Pengolahan Data	29
BAB V PERANCANGAN MODEL SIMULASI.....		33
5.1	Model Konseptual.....	33

5.1.1	Model Konseptual Sistem Distribusi Semen Curah	33
5.1.2	Model Konseptual Pemilihan Pelabuhan Bongkar	37
5.1.3	Model Konseptual Pemilihan Pelabuhan Muat	39
5.2	Model Simulasi.....	41
5.2.1	Submodel Kondisi Awal.....	41
5.2.2	Submodel Update Stok Pelabuhan Muat	41
5.2.3	Submodel Update Stok Pelabuhan Bongkar	42
5.2.4	Sub Model Initial Lokasi Kapal.....	43
5.2.5	Submodel Proses di Pelabuhan Muat	44
5.2.6	Submodel Penentuan Tujuan Pelabuhan Bongkar.....	46
5.2.7	Submodel Proses di Pelabuhan Bongkar	47
5.2.8	Submodel Penentuan Tujuan Pelabuhan Muat	48
5.2.9	Submodel Maintenance.....	50
5.2.10	Submodel Readwrite.....	50
5.3	Penentuan Jumlah Replikasi.....	51
5.4	Validasi dan Verifikasi	52
5.4.1	Verifikasi	53
5.4.2	Validasi	54
BAB VI EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN.....		57
6.1	Eksperimen.....	57
6.1.1	Skenario Jumlah Kapal Optimal	57
6.1.2	Skenario Maintenance.....	64
6.2	Analisa.....	75
6.2.1	Analisa Skenario Jumlah Kapal Optimal.....	76
6.2.2	Analisa Skenario Maintenance	77
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....		81

7.1	Kesimpulan	81
7.2	Saran	81

DAFTAR

PUSTAKA.....Error!

Bookmark not defined.

LAMPIRAN.....85

BIOGRAFI PENULIS.....109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Penggunaan APBN Indonesia Tahun 2010-2016 (sumber : Kementerian Keuangan)	2
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	17
Gambar 3. 2 Permasalahan Sistem Distribusi Semen Curah	18
Gambar 3. 3 Aktivitas yang Dilakukan Pada Sistem Distribusi Semen Curah.....	19
Gambar 5. 1 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen Curah Indocement	33
Gambar 5. 2 Flow Logic Diagram Pemilihan Pelabuhan Bongkar.....	38
Gambar 5. 3 Flow Logic Diagram Penentuan Pelabuhan Muat	40
Gambar 5. 4 Flowchart Submodel Update Pelabuhan Muat.....	42
Gambar 5. 5 Flowchart Submodel Update Pelabuhan Bongkar	43
Gambar 5. 6 Flowchart Submodel Penentuan Pelabuhan Bongkar	46
Gambar 5. 7 Flowchart Submodel Penentuan Pelabuhan Muat.....	49
Gambar 5. 8 Flowchart Submodel Maintenance.....	50
Gambar 5. 9 Pengecekan Error Model Simulasi	53
Gambar 5. 10 Tampilan Animasi Model Simulasi Distribusi Semen Curah	54
Gambar 6. 1 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Kondisi Normal.....	58
Gambar 6. 2 Grafik Stok Pelabuhan Muat Kondisi Normal	58
Gambar 6. 3 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 3200	59
Gambar 6. 4 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 4.500 .	59
Gambar 6. 5 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 4.500	60
Gambar 6. 6 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 4.500 .	60
Gambar 6. 7 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 6.500	61
Gambar 6. 8 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 6.500 .	61
Gambar 6. 9 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 7.500	62
Gambar 6. 10 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 7.500	62

Gambar 6. 11 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan 2 Kapal Kapasitas 3.200	63
Gambar 6. 12 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan 2 Kapal Kapasitas 3.200	63
Gambar 6. 13 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2017	64
Gambar 6. 14 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2017	65
Gambar 6. 15 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2018	65
Gambar 6. 16 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2018	66
Gambar 6. 17 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2019	66
Gambar 6. 18 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2019	67
Gambar 6. 19 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2020	67
Gambar 6. 20 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2020	68
Gambar 6. 21 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2021	68
Gambar 6. 22 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2021	69
Gambar 6. 23 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Pada Maintenance .	70
Gambar 6. 24 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Pada Maintenance	70
Gambar 6. 25 Grafik Permintaan Semen Curah PT Indocement Tahun 2014-2016	71
Gambar 6. 26 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika Maintenance Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada Offpeak Season	72
Gambar 6. 27 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika Maintenance Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada Offpeak Season	72
Gambar 6. 28 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika Maintenance Kapal Kapasitas 4.500 Dilakukan Pada Offpeak Season	73
Gambar 6. 29 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika Maintenance Kapal Kapasitas 4.500 Dilakukan Pada Offpeak Season.	73
Gambar 6. 30 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika Maintenance Kapal Kapasitas 7.500 Dilakukan Pada Offpeak Season	74
Gambar 6. 31 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika Maintenance Kapal Kapasitas 7.500 Dilakukan Pada Offpeak Season	74
Gambar 6. 32 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika Maintenance Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada Peak Season.....	75

Gambar 6. 33 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika Maintenance Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada Peak Season	75
--	----

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Penjualan Semen di Indonesia Tahun 2008-2015	1
Tabel 1. 2 Daftar Distributor PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk.....	3
Tabel 2. 1 Karakteristik Berbagai Mode Transportasi	9
Tabel 2. 2 Tabel Karakteristik Kapal	10
Tabel 2. 3 Overview Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3. 1 Variabel Sistem Distribusi Semen Curah.....	20
Tabel 3. 2 Variabel Sistem Distribusi Semen Curah.....	21
Tabel 3. 3 Kondisi Normal.....	21
Tabel 4. 1 Data Struktural Kapal	25
Tabel 4. 2 Data Struktural Pelabuhan Muat	26
Tabel 4. 3 Data Struktural Pelabuhan Bongkar.....	26
Tabel 4. 4 Data Numerik Kapal	27
Tabel 4. 5 Data Numerik Pelabuhan Muat.....	28
Tabel 4. 6 Jarak Pelabuhan Muat dan Pelabuhan Bongkar	28
Tabel 4. 7 Data Numerik Pelabuhan Bongkar	29
Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan Data	29
Tabel 5. 1 Hasil Running 5 Replikasi	51
Tabel 5. 2 Perhitungan Validasi	54
Tabel 6. 1 Hasil Eksperimen Penentuan Jumlah Kapal	76
Tabel 6. 2 Hasil Eksperimen Dengan Memperhatikan Kegiatan Pemeliharaan ...	77
Tabel 6. 3 Hasil Eksperimen Kegiatan Maintenance Pada Offpeak Season.....	78
Tabel 6. 4 Perbandingan Eksperimen Dengan Memperhatikan Maintenance	79

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal dasar dalam melakukan penelitian yaitu latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, batasan masalah atau ruang lingkup permasalahan, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan dari penelitian.

1.1 Latar Belakang Masalah

Semen sebagai bahan yang digunakan untuk merekatkan memiliki tren permintaan yang terus meningkat. Menurut ketua Asosiasi Semen Indonesia (ASI) penjualan semen meningkat sebesar 3.9% pada Januari-Agustus 2016 (Gosta, 2016). Peningkatan tersebut dipicu dengan adanya peningkatan permintaan semen di Jawa Tengah yaitu peningkatan sebesar 22%. Pada Tabel 1.1 ditunjukkan data penjualan semen di Indonesia pada masa tahun 2008-2015.

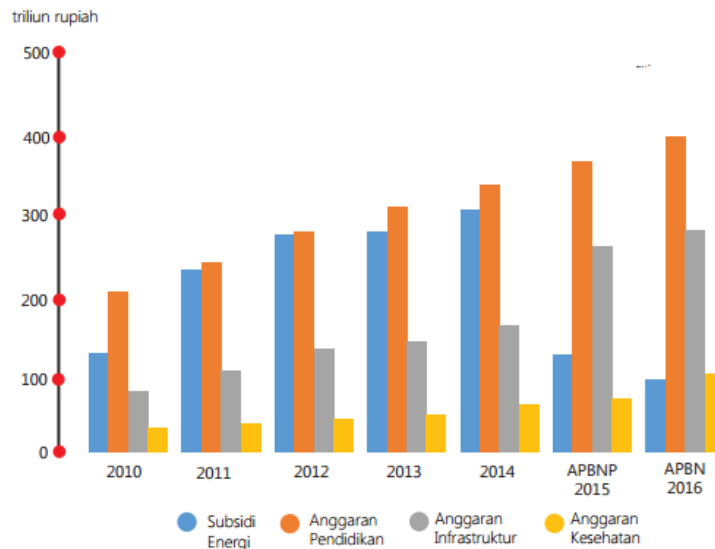
Tabel 1. 1 Data Penjualan Semen di Indonesia Tahun 2008-2015

Tahun	Penjualan Semen	Persentase Peningkatan
2015	82.45 million	24.45%
2014	60 million	3,3%
2013	58 million	5,6%
2012	55 million	14,6%
2011	48 million	20%
2010	40 million	4,2%
2009	38,4 million	1,1%
2008	38 million	-

Sumber : Asosiasi Semen Indonesia dan Kementrian Perindustrian

Pada Tabel 1.1 tersebut dapat dilihat bahwa terdapat *trend* kenaikan penjualan semen disetiap tahunnya. Peningkatan penjualan semen setiap tahunnya walaupun nilai persentase peningkatan yang tidak selalu naik. Pertumbuhan infrastruktur di wilayah timur Indonesia menjadi salah satu penyebab meningkatnya permintaan semen setiap tahunnya. Selain itu adanya proyek-proyek pemerintah lainnya seperti proyek pembangunan sejuta rumah, waduk, bendungan, pembangkit

listrik dan lainnya juga meningkatkan kebutuhan semen di Indonesia. Gambar 1.1 merupakan pengeluaran APBN Indonesia mengenai anggaran infrastruktur, pendidikan, kesehatan, dan subsidi energy pada tahun 2010 hingga 2016. Hal tersebut yang ditunjukkan dengan adanya peningkatan APBN untuk anggaran infrastruktur yang terdapat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Penggunaan APBN Indonesia Tahun 2010-1016 (Kementrian Keuangan, 2016)

PT Indocement sebagai perusahaan semen yang dibangun sejak tahun 1975 menguasai 27.5% pasar semen di Indonesia (Indocement Tunggal Prakarsa, 2016). Untuk memenuhi permintaan semen yang memiliki *trend* terus meningkat maka PT Indocement membuka pabrik 14 pada Oktober 2016. Pabrik 14 yang berlokasi di Bogor, Citeureup ini mampu menghasilkan 4.4 juta ton semen per tahunnya. Selain adanya peningkatan produksi, PT Indocement juga melakukan perluasan distribusi pada Juni 2016 dengan mengirimkan produk semen curah (*bulk cement*) ke terminal Pontianak dengan kapasitas silo pelabuhan 8.000 M/T. Hal tersebut dilakukan agar perusahaan tersebut dapat memenuhi permintaan semen di daerah Kalimantan. Dengan adanya penambahan pabrik dan pelabuhan *discharging* baru maka perlu dilakukannya proses perhitungan kebutuhan kapal dan kapasitas

kapal untuk menyesuaikan adanya peningkatan tingkat produksi dan permintaan semen.

Untuk mencapai seluruh konsumen yang ada PT Indocement memiliki beberapa distributor. Namun tidak semua produk dijual hanya ke distributor terdapat juga semen yang dijual langsung kepada konsumen akhir. Pada Tabel 1.2 ditunjukkan daftar distributor yang dimiliki oleh PT Indocement Tunggal Prakarsa.

Tabel 1. 2 Daftar Distributor PT Indocement

Nomor	Wilayah Pemasaran	Nama Distributor
1	Jawa	PT Nusa Makmur Perdana
		PT Kirana Semesta Niaga
		PT Samudera Tunggal Utama
		PT Primasindo Cipta Sarana
		PT Cipta Pratama Karyamandiri
		PT Adikarya Maju Bersama
		Etc
2	Sumatera	PT Bangun Sukses Niagatama Nusantara
3	Kalimantan	PT Banjar Kencana Sakti
		PT Saka Agung Abadi
		Wijaya Mega Sarana
		PT Bangun Sukses Niagatama Nusantara
4	Sulawesi, Maluku, Papua	PT Indo Timur Prima

Sumber : PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk

Dari Tabel 1.2 tersebut dapat dilihat bahwa distributor tersebar di berbagai pulau di Indonesia. Untuk mendistribusikan produk semen kepada distributor dan konsumen akhir tersebut terdapat beberapa mode transportasi yang dimanfaatkan oleh PT Indocement. Truk dan kereta api merupakan moda transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan produk semen melalui jalur darat. Sedangkan mode transportasi kapal digunakan untuk mendistribusikan melalui jalur laut. Transportasi laut merupakan proses pemindahan barang maupun manusia dari tempat asal menuju tempat tujuan melalui jalur laut (Rifusa, 2010). Dengan

menggunakan kapal volume pengiriman sangat banyak sehingga biaya pengiriman rendah (Christiansen et al, 2007).

Dalam melakukan penentuan jumlah kapal perlu diperhatikan faktor-faktor luar yang mempengaruhi kinerja kapal dalam mendistribusikan. Salah satu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga kondisi kapal adalah perawatan. Perawatan merupakan segala kegiatan yang dilakukan untuk menjaga sistem bekerja dengan baik (Heizer & Render, 2001). Dengan adanya kegiatan perawatan ada kemungkinan dibutuhkannya penambahan jumlah kapal untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*.

Penentuan jumlah kapal yang merupakan masalah yang kompleks. Hal tersebut dikarenakan adanya ketidakpastian dalam *demand*, waktu perjalanan, lama *loading*, dan *unloading* di setiap pelabuhan sehingga metode optimasi eksak atau formulasi matematis sulit untuk dilakukan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengakomodir adanya ketidakpastian adalah *discrete-event simulation*. Dengan menggunakan metode simulasi maka perilaku-perilaku dari sistem dapat digambarkan dengan baik. Selain itu dengan menggunakan model simulasi maka dapat diramalkan perilaku sistem pada masa depan (Pedgen, 1995). Keunggulan yang dimiliki dengan menggunakan metode ini adalah perubahan pada peraturan, prosedur, aturan, dan struktur organisasi dapat dilakukan tanpa mengganggu operasi yang dilakukan, rancangan dapat diuji sebelum mengalokasikan sumber daya untuk implementasi, waktu dapat diatur, dan dapat digunakan untuk sistem yang baru (Law & Kelton, 1991). Oleh karena itu metode yang cocok digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah metode *discrete-event simulation*.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah menentukan jumlah *bulk vessel* dan kapasitas kapal pada PT Indocement Tunggal Prakarsa untuk mendistribusikan semen curah menggunakan metode simulasi diskrit dengan memperhatikan kegiatan pemeliharaan kapal.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi jumlah kapal yang optimal untuk mendistribusikan semen curah pada tahun 2017.
2. Menentukan kebutuhan jumlah kapal dengan adanya kegiatan perawatan pada kapal.
3. Menentukan skenario terbaik pada proses distribusi semen curah PT Indocement

1.4 Manfaat

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan rekomendasi mengenai penentuan jumlah *bulk vessel* PT Indocement Tunggal Prakarsa.
2. Memberikan rekomendasi aturan untuk melakukan kegiatan pemeliharaan.
3. Sebagai referensi untuk pengembangan penelitian mengenai simulasi sistem industri pada jenis *resource* yang tidak homogen.
4. Meningkatkan pemahaman penulis mengenai simulasi dan metode pengambilan keputusan yang tepat.

1.5 Batasan dan Asumsi

Berikut merupakan batasan dan asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian.

1.5.1 Batasan

Berikut merupakan batasan yang digunakan selama melakukan penelitian.

1. Jenis produk yang diamati adalah semen curah jenis OPC.
2. Sistem yang diamati mulai dari semen berada di silo penampungan pelabuhan muat yaitu pelabuhan Tarjun, Tanjung Priok, dan Cirebon hingga ke silo pelabuhan bongkar yaitu Pelabuhan Samarinda, Lombok, Surabaya, dan Pontianak.
3. Data yang digunakan adalah data tahun 2013-2017.

1.5.2 Asumsi

Berikut merupakan asumsi yang digunakan untuk melakukan penelitian.

1. Kegiatan distribusi dapat dilakukan selama 24 jam penuh.
2. Tidak terdapat *downtime* pada alat dan fasilitas yang digunakan untuk melakukan proses bongkar muat.
3. Kapasitas kapal akan terisi penuh (*full ship load*) untuk setiap penugasan pelayaran.
4. Setiap penugasan pengiriman semen curah hanya diperuntukkan satu tujuan pelabuhan bongkar.
5. Dalam satu bulan terdapat 30 hari.
6. Hanya terdapat satu jenis *maintenance* yaitu *overhaul maintenance* dan membutuhkan waktu 30 hari untuk semua jenis kapal sudah termasuk proses perjalanan menuju pelabuhan *docking*.
7. *Growth rate* semen dianggap 0%.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari delapan bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I dalam laporan penelitian ini menjelaskan mengenai latar belakang, dibuatnya penelitian, rumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II terdiri teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Sumber yang digunakan untuk tinjauan pustaka antara lain adalah buku, jurnal-jurnal, dan penelitian-penelitian sebelumnya yang sesuai dengan masalah yang diangkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III terdiri dari langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian serta metode dan pendekatan yang digunakan agar penelitian dapat dilakukan dengan sistematis.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV ini terdiri dari data-data yang didapatkan untuk kemudian data tersebut diolah menggunakan *input analyzer* untuk mengetahui pola-pola yang terdapat pada data-data tersebut. Data yang telah diolah tersebut digunakan sebagai *input* pada model yang akan dibuat.

BAB V PERMODELAN SISTEM

Bab ini berisi mengenai pembuatan model simulasi pada *software* ARENA. Kemudian model yang telah dibuat tersebut divalidasi dan diverifikasi untuk melihat model telah merepresentasikan sistem nyata dan konseptual yang ada.

BAB VI EKSPERIMEN DAN HASILNYA

Pada bab ini dilakukan eksperimen terhadap model simulasi yang telah dibuat. Eksperimen dilakukan untuk setiap skenario alternative yang ada. Kemudian hasil dari skenario-skenario tersebut dianalisis. Analisis dilakukan untuk menentukan skenario terbaik untuk menentukan jumlah dan kapasitas kapal.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar landasan dalam melakukan penelitian.

2.1 Manajemen Transportasi Laut

Transportasi laut merupakan saluran utama perdagangan internasional (Christiansen et al, 2007). Sejak tahun 1980 perdagangan internasional meningkat 67% hingga 2003 (United Nations Conference on Trade and Development, 2004). Menurut Pujawan (2010) pada *Supply Chain Management* moda transportasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada Tabel 2.1 ditunjukkan karakteristik dari masing-masing moda transportasi.

Tabel 2. 1 Karakteristik Berbagai Mode Transportasi

Mode Transportasi	Truk	Kereta	Kapal	Pesawat	Paket
Volume yang bisa dikirim	sedang	sangat banyak	sangat banyak	banyak	sangat sedikit
Fleksibilitas waktu pengiriman	tinggi	rendah	rendah	rendah	tinggi
Fleksibilitas rute pengiriman	tinggi	sangat rendah	sangat rendah	sangat rendah	sangat tinggi
Kecepatan	sedang	sedang	rendah	sangat tinggi	tinggi
Biaya Pengiriman	sedang	rendah	rendah	tinggi	sangat tinggi
<i>Inventory (in transit)</i>	sedikit	banyak	sangat banyak	rendah	sangat rendah

Sumber : *Supply Chain Management* (Pujawan,2010)

Mode kapal merupakan moda transportasi yang dapat mengirimkan volume yang sangat besar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1. Dengan kemampuan angkut yang besar dihasilkan harga pengiriman per ton yang murah. Dalam perencanaan transportasi laut terdapat beberapa klasifikasi yaitu perencanaan strategis, taktis, dan operasional (Christiansen et al,2007). Pada perencanaan

strategis langkah dilakukan adalah perencanaan penentuan pasar, desain kapal, jaringan dan sistem desain transportasi (menentukan titik pengiriman), ukuran, jumlah, dan tipe kapal, serta lokasi, ukuran, dan desain pelabuhan. Perencanaan taktis merupakan perencanaan penjadwalan dan rute kapal, jadwal sandar dan labuh, manajemen tempat penyimpanan kontainer, perencanaan penyimpanan kontainer, manajemen kapal, dan distribusi container kosong. Sedangkan perencanaan operasional dilakukan untuk penentuan kecepatan kapal, dan jumlah produk yang diangkut.

2.2 Jenis Kapal

Untuk mendistribusikan semen curah, PT Indocement menggunakan dua jenis kapal yaitu kapal tanker dan tongkang. Berikut adalah penjelasan mengenai tipe kapal tanker dan tongkang (Tupper, 2013).

a) Kapal *Tanker*

Kapal *tanker* merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan yang berbentuk curah ,cair, ataupun gas seperti semen, *oil product*, LPG, LNG maupun bahan kimia lainnya. Kapal ini dilengkapi dengan pompa dan pipa yang disediakan untuk proses bongkar muat.

b) Kapal Tongkang (*Barge*)

Kapal tongkang merupakan jenis kapal yang tidak memiliki mesin penggerak. Tongkang adalah ruang muat terbuka yang digunakan sebagai tempat memuat barang-barang baik yang berwujud kering maupun curah. Oleh karena itu untuk menggarakkan tongkang dibutuhkan kapal *tug boat* yang bekerja untuk menarik tongkang.

Pada Tabel 2.2 ditunjukkan karakteristik kapal yaitu kelebihan dan kekurangan dari kedua tipe kapal tersebut.

Tabel 2. 2 Tabel Karakteristik Kapal

Karakteristik	Kapal Tanker	Tongkang
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kecepatan kapal yang lebih besar 2. Stabilitas kapal yang baik 3. Ruang muat lebih besar 4. Menjaga muatan dari faktor cuaca 5. Dapat berlayar di perairan bebas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsumsi bahan bakar lebih sedikit 2. Jumlah <i>crew</i> sedikit 3. Dapat berlayar di perairan pasang surut (sungai)

Tabel 2. 2 Tabel Karakteristik Kapal

Karakteristik	Kapal Tanker	Tongkang
		4. Proses bongkar muat lebih cepat 5. Biaya operasi lebih murah
Kelemahan	1. Konsumsi bahan bakar lebih besar 2. Membutuhkan banyak <i>crew</i> 3. Pajak semakin besar dikarenakan volume ruangan tertutup yang besar. 4. Proses bongkar muat panjang 5. Tarif pelabuhan jauh lebih besar terkait dengan GT kapal 6. Biaya operasi lebih besar	1. Muatan tidak terlindungi dari faktor cuaca. 2. Kecepatan rendah 3. Stabilitas kurang 4. Kapasitas angkut lebih sedikit

2.3 *Inventory Days of Supply*

Inventory days of supply merupakan lamanya rata-rata (dalam hari) suatu perusahaan dapat bertahan dengan jumlah persediaan yang dimiliki (Pujawan, 2010). Dengan kata lain *inventory days of supply* dapat dikatakan sebagai lama *coverage days* sebuah *inventory* perusahaan dapat memenuhi permintaan.. Menurut Siswanto et al (2015) rumus yang digunakan untuk menentukan *coverage days* pada pelabuhan muat dan bongkar adalah sebagai berikut.

a. *Coverage days* di pelabuhan bongkar

$$coverage\ days = \frac{(S_{imk} - S_{MNik})}{R_{ik}} \quad (2.1)$$

Dengan :

S_{imk} : Level stok produk k di pelabuhan i ketika pelayanan (i,m) dimulai

S_{MNik} : Minimum level stok produk k di pelabuhan i

R_{ik} : *rate* konsumsi di pelabuhan i terhadap produk p

b. *Coverage days* di pelabuhan muat

$$coverage\ days = \frac{(S_{MXik} - S_{imk})}{R_{ik}} \quad (2.2)$$

Dimana :

S_{imk} : Level stok produk k di pelabuhan i ketika pelayanan (i,m) dimulai

S_{MXik} : Kapasitas maksimum stok produk k di pelabuhan i

R_{ik} : *Rate* produksi di pelabuhan i terhadap produk p

2.4 Simulasi

Simulasi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk meniru suatu kondisi atau sistem menggunakan model computer untuk mengevaluasi dan memperbaiki performansi sistem (Harrell et al, 2004). Dengan adanya simulasi eksperimen secara langsung tidak perlu dilakukan Karena *time-consuming*, membutuhkan biaya, dan dapat merusak. Suatu sistem dapat diselesaikan dengan menggunakan simulasi jika sistem tersebut merupakan sistem yang kompleks. Suatu sistem dapat dikatakan kompleks jika memenuhi dua syarat, yaitu :

1. *Interdependency* yaitu beberapa elemen-elemen sistem yang saling berhubungan dan sering beroperasi bersama
2. *Variability* yaitu variabilitas atau tingkat kerandoman yang menghasilkan ketidakpastian.

2.6.1 Definisi Sistem

Sistem merupakan kumpulan dari suatu elemen yang saling bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu (Blanchard, 1991). Beberapa hal penting yang terdapat dalam definisi tersebut adalah :

- 1) Sistem terdiri dari multi elemen.
- 2) Elemen-elemen tersebut saling berhubungan dan saling bekerja sama.
- 3) Sistem dibuat untuk mencapai suatu tujuan.

2.6.2 Elemen Sistem

Dalam simulasi, sistem terdiri dari empat elemen yaitu *entity*, *activity*, *resource*, dan *control*. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing elemen.

- 1) *Entity* merupakan item yang diproses dalam sebuah sistem. Dalam sebuah sistem entitas bergerak, saling mempengaruhi dengan entitas lain, dan mempengaruhi performansi.
- 2) *Activity* merupakan serangkaian kegiatan baik secara langsung maupun tidak langsung yang dilakukan oleh entitas dalam sebuah sistem.

- 3) *Resource* merupakan sarana yang digunakan untuk melakukan aktivitas. *Resource* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi yaitu *dedicated* atau tidak, permanen atau ada masa guna, dan tetap pada suatu aktivitas atau ikut berjalan bersama entitas.
- 4) *Control* merupakan hal-hal yang digunakan untuk mengatur bagaimana, kapan, dan dimana aktivitas dilakukan.

2.6.3 Variabel Sistem

Variabel merupakan informasi yang mencerminkan banyaknya karakteristik dari sebuah entitas. Di dalam sebuah sistem terdapat beberapa jenis variabel yaitu *decision variabel*, *response variable* dan *state variable*. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai definisi beberapa jenis variabel sistem.

1. Decision Variable

Decision variable atau variabel keputusan merupakan variabel yang dapat memberikan keputusan untuk memperbaiki kondisi sistem yang sudah ada dan untuk mendapat tujuan yang diinginkan. *Decision variable* bersifat *independence* dan *controllable* yang artinya tidak bergantung pada variabel lain dan variabel yang dapat dirubah.

2. Response Variable

Response variable adalah dampak atau akibat setelah adanya variabel keputusan. *Response variable* berperan untuk mengukur kinerja sistem sebagai akibat dari penentuan variabel keputusan tertentu. Dalam suatu percobaan, variabel ini dikatakan sebagai variabel *dependent*.

3. State Variable

State variable atau variabel respon adalah keadaan atau status dari suatu sistem pada keadaan tertentu. Variabel status merupakan ringkasan perubahan variabel status dari waktu ke waktu. Variabel status digolongkan sebagai variabel *dependent*.

2.6.4 *Metriks Performansi Sistem (System Performance Metrics)*

Key Performance Indicator merupakan satu set ukuran kuantitatif yang digunakan perusahaan atau industri untuk mengukur atau membandingkan kinerja dalam hal memenuhi tujuan strategis dan operasional. Contoh dari KPI antara lain adalah utilitas dari *resource*, lama waktu antri, dan lainnya.

2.5 **Tipe-tipe Simulasi**

Menurut Harrel et al pada *Simulation Using Promodel* (2004) terdapat 3 klasifikasi simulasi.

1) Statis atau Dinamis

Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan ada atau tidaknya pengaruh waktu. Simulasi statis merupakan simulasi sistem yang tidak dipengaruhi oleh waktu. Untuk sistem statis simulasi yang digunakan adalah simulasi Monte Carlo. Sedangkan simulasi dinamis merupakan simulasi suatu sistem yang dipengaruhi oleh waktu.

2) Stokastik atau Deterministik

Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan random atau tidaknya variabel dalam suatu sistem. Simulasi stokastik merupakan simulasi dimana sebuah sistem memiliki satu atau lebih variabel yang random. Sedangkan simulasi deterministic merupakan simulasi suatu sistem yang tidak memiliki variabel random atau bernilai pasti,

3) Diskrit atau Kontinu

Klasifikasi jenis ini dilakukan berdasarkan perubahan status tiap satuan waktu. Simulasi diskrit merupakan simulasi suatu sistem yang komponen-komponennya berubah di titik-titik waktu tertentu. Sedangkan simulasi kontinu merupakan simulasi suatu sistem yang komponen-komponennya berubah secara terus-menerus pada waktu tertentu.

2.6 **Validasi dan Verifikasi**

Proses validasi dan verifikasi merupakan tahapan yang dilakukan untuk menguji apakah model konseptual dan model simulasi telah merepresentasikan sistem nyata. Validasi merupakan suatu proses untuk menguji apakah model model

konseptual sudah merepresentasikan sistem nyata dan model simulasi sudah merepresentasikan model konseptual sedangkan validasi merupakan proses pengujian model simulasi telah sesuai dengan sistem nyata yang ada ((Harrel et al, 2004).

2.8.1 Verifikasi

Proses verifikasi dilakukan untuk memastikan model simulasi yang dibuat telah sesuai dengan logika model konseptual yang ada serta merepresentasikan sistem nyata. Terdapat dua langkah yang dilakukan untuk melakukan verifikasi yaitu :

1. Memastikan tidak ada *error* pada model simulasi sehingga model dapat di-*running*.
2. Memastikan logika pada simulasi sesuai dengan model konseptual, wajar, masuk akal, dan logis.

2.8.2 Validasi

Proses validasi merupakan proses pengujian model simulasi terhadap sistem pada dunia nyata. Proses ini dilakukan dengan membandingkan output hasil model simulasi dengan sistem nyata yang ada. Sebelum melakukan validasi perlu dilakukan terlebih dahulu perhitungan jumlah replikasi pada simulasi agar *output* yang didapatkan dari hasil simulasi merepresentasikan sistem nyata.

2.7 Overview Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini digunakan beberapa referensi mengenai simulasi pada kapal semen curah sebagai beberapa acuan dalam pengerjaan. Dalam pembuatan penelitian ini referensi yang digunakan adalah jurnal *Maritime Inventory Routing with Multiple Products : A Case Study from The Cement Industry* dan *An Integrated Shipment Planning and Storage Capacity Decision Under Uncertainty*. Jurnal pertama merupakan jurnal yang membahas mengenai proses penjadwalan kapal dengan memperhitungkan banyak jenis produk yang tidak dapat dicampur, adanya pemuatan sebagian, variabilitas kecepatan produksi dan konsumsi serta kapasitas kapal. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut metode yang digunakan adalah model matematis dengan menggunakan algoritma heuristik. Sedangkan pada jurnal kedua berisi mengenai perencanaan pengiriman semen curah dengan *study case* dari

perusahaan semen terbesar di Indonesia dengan memperhitungkan faktor ketidakpastian jumlah kapal. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah simulasi diskrit. Pada Tabel 2.3 ditunjukkan pengembangan penelitian ini dengan jurnal referensi yang digunakan.

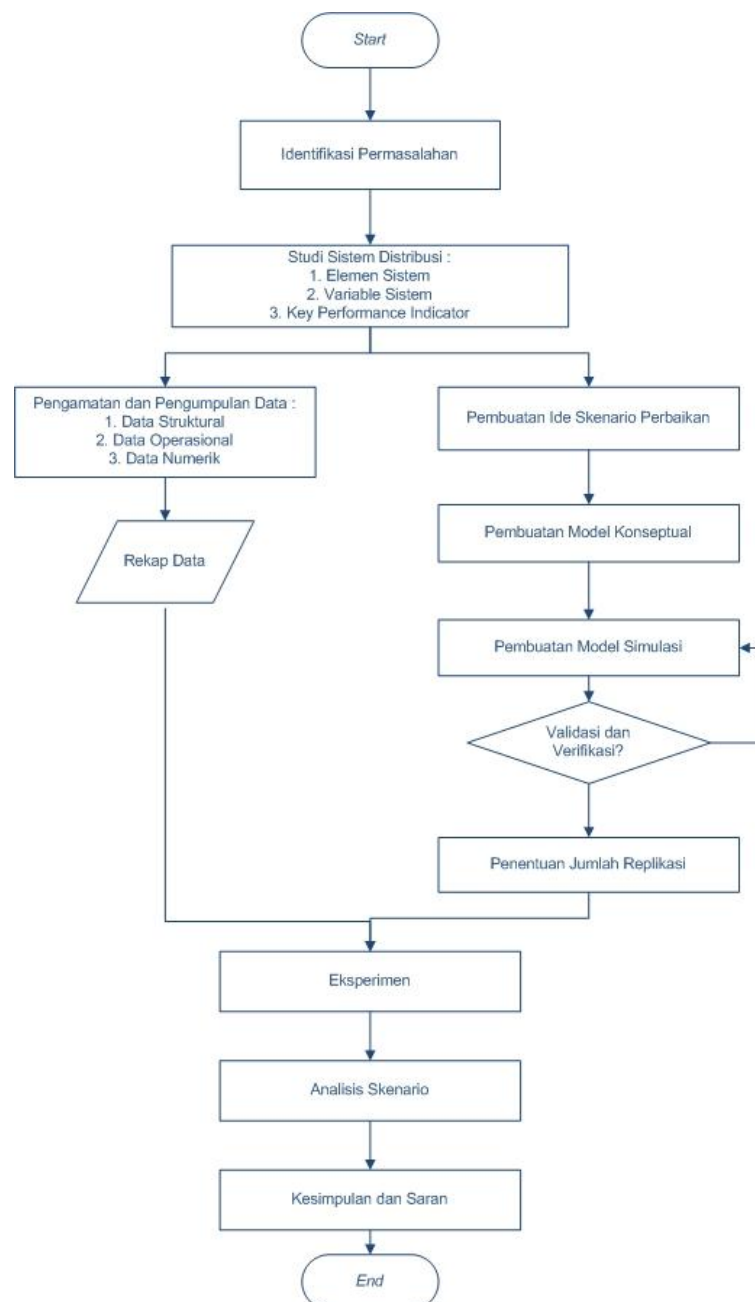
Tabel 2. 3 Overview Penelitian Terdahulu

Penelitian Terdahulu			Penelitian ini
Penulis	Christiansen et al	Pujawan et al	Penulis
Metode	Algoritma Heuristik	Simulasi Diskrit	Simulasi Diskrit
Pelabuhan Muat	12	1	3
Pelabuhan Bongkar	49	2	4
Tipe Kapal	Homogen	Homogen	Heterogen
Jumlah Kapal	Fix	Variabel Keputusan	Variabel Keputusan
Maintenance	Tidak Ada	Tidak Ada	Diperhitungkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

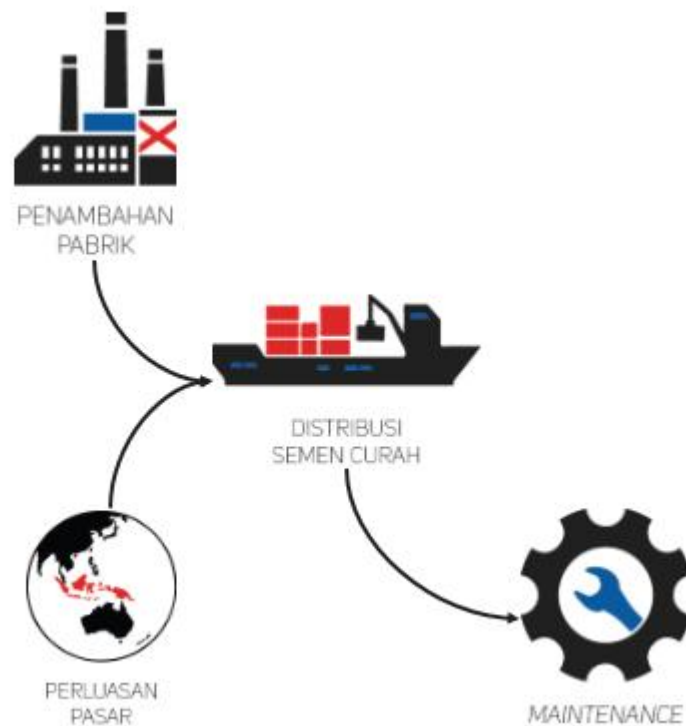
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan untuk melakukan penelitian. Gambar 3.1 berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis.



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian

3.1 Identifikasi Permasalahan

Suatu siklus pengiriman semen melalui jalur laut terdiri dari aktivitas menunggu, proses *preload*, proses *loading*, dan proses *postload* di pelabuhan muat (*loading port*), *sea time* menuju pelabuhan bongkar, proses menunggu, proses *pre unload*, proses *unload*, dan proses *post unload* di pelabuhan bongkar (*discharging port*), serta *sea time* untuk kembali ke pelabuhan awal. Untuk melakukan semua kegiatan tersebut dibutuhkan waktu siklus yang panjang dan adanya faktor yang *uncertain*. Selain itu dengan adanya penambahan pabrik dan pelabuhan bongkar yang baru perlu adanya penyesuaian jumlah kapal agar tidak terjadi *shortage*. Permasalahan dari sistem distribusi semen curah PT Indocement ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Permasalahan Sistem Distribusi Semen Curah

3.2 Studi Sistem Distribusi

Pada tahap ini sistem distribusi semen curah diidentifikasi terhadap elemen-elemen yang terdapat dalam sistem tersebut. Elemen-elemen yang diidentifikasi antara lain adalah elemen, variabel, dan *key performance indicator*.

3.2.1 Elemen Sistem

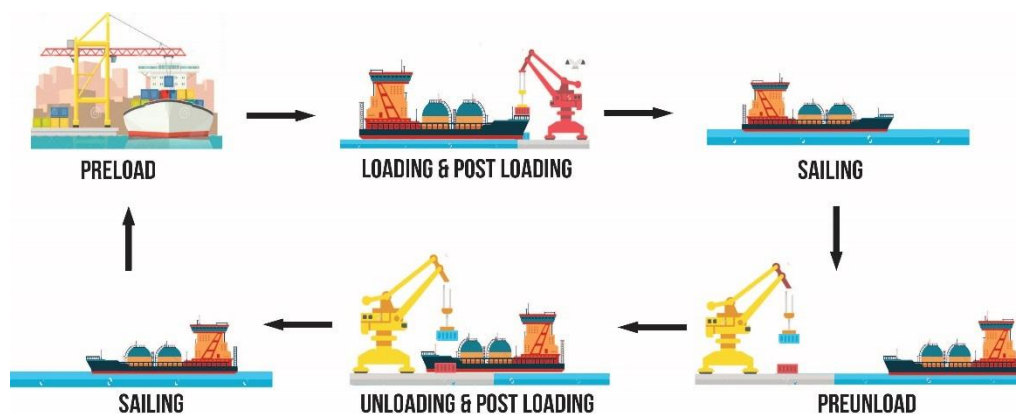
Pada dasarnya sistem terdiri dari empat elemen yaitu *entities*, *activity*, *resource* dan *control*. Berikut adalah elemen-elemen sistem yang terdapat pada sistem distribusi semen curah PT Indocement.

1. Entitas

Entitas yang digunakan pada sistem ini adalah kapal yang mendistribusikan semen curah. Dengan menggunakan kapal sebagai entitas maka dapat memperlihatkan perjalanan kapal menjadi lebih jelas.

2. Aktivitas

Activity merupakan serangkaian kegiatan yang ada di dalam sistem secara langsung atau tidak langsung memproses entitas. Pada Gambar 3.3 ditunjukkan aktivitas yang dilakukan dalam sistem distribusi semen curah tiga roda.



Gambar 3. 3 Aktivitas yang Dilakukan Pada Sistem Distribusi Semen Curah

3. Resource

Resource yang digunakan pada sistem ini adalah kapal pengangkut semen curah dengan kapasitas tertentu, orang-orang, mesin, dan pompa yang digunakan pada proses *unloading* dan *loading* semen di setiap terminal.

4. Kontrol

Peraturan pengiriman yang digunakan sebagai kontrol pada sistem distribusi ini adalah penugasan kapal dilakukan untuk terminal tujuan yang

memiliki tingkat *coverage days* yang paling kecil dan kembali ke pelabuhan *loading* setelah melakukan pengiriman.

3.2.2 Variabel Sistem

Variabel keputusan, variabel respon, dan *state variable* merupakan jenis-jenis variabel yang terdapat pada suatu sistem. Variabel keputusan merupakan sebuah variabel yang diubah-ubah untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pada sistem distribusi ini variabel keputusan adalah jumlah kapal dan kapasitas kapal yang digunakan. Sedangkan variabel respon sebagai variabel yang dilihat dari hasil perubahan pada sistem ini adalah tingkat *shortage* di pelabuhan tujuan. *State variable* dari sistem ini adalah status dari kapal pengangkut apakah *busy* atau *idle* dan status dari setiap pelabuhan *loading* dan *unloading*. Pada Tabel 3.1 ditunjukkan ringkasan dari variabel sistem yang terdapat pada sistem distribusi.

Tabel 3. 1 Variabel Sistem Distribusi Semen Curah

Variabel Keputusan	Variabel Respon	State Variabel
Jumlah kapal	Tingkat Utilitas Kapal	Status kapal (<i>busy/idle</i>)
Kapasitas kapal		Status Availabilitas Pelabuhan

3.2.3 Key Performance Indicator

Key Performance Indicator merupakan satu set ukuran kuantitatif yang digunakan perusahaan atau industri untuk mengukur atau membandingkan kinerja dalam hal memenuhi tujuan strategis dan operasional. Kriteria keputusan yang digunakan pada sistem ini adalah tingkat *shortage* yang dihasilkan pada setiap strategi. Strategi akan terpilih jika tidak adanya *shortage* pada pelabuhan bongkar.

3.3 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Dalam melakukan tahap pengamatan langkah pertama yang dilakukan adalah identifikasi dan pencarian data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Dalam simulasi terdapat tiga jenis data yang diperlukan yaitu data struktural, data operasional, dan data numerik. Pada Tabel 3.2 ditunjukkan jenis-jenis data yang dibutuhkan.

Tabel 3. 2 Variabel Sistem Distribusi Semen Curah

Data Struktural		
Kapal :	Pelabuhan Muat :	Pelabuhan Bongkar :
Jenis Kapal	Lokasi Pelabuhan Muat	Lokasi Pelabuhan Bongkar
Jenis <i>Jetty</i> Pada Pelabuhan Tarjun	Jenis Pelabuhan Muat	Jenis Pelabuhan Bongkar
Data Operasional		
Kapal :	Pelabuhan Muat :	Pelabuhan Bongkar :
<i>Schedulling</i>	Time Windows	Time Windows
Data Numerik		
Kapal :	Pelabuhan Muat :	Pelabuhan Bongkar :
Kapasitas Setiap Kapal	Kapasitas Pelabuhan	Kapasitas Pelabuhan
MTBF setiap kapal	<i>Production Rate</i>	<i>Demand Rate</i>
Waktu Berlayar	Kecepatan <i>Loading</i>	Kecepatan <i>Unloading</i>
	Waktu <i>Preload, Postload</i>	Waktu <i>Preunload, Postunload</i>
	Jarak	

3.4 Pembuatan Ide Skenario Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan skenario-skenario yang akan diuji pada model simulasi. Hasil dari skenario-skenario tersebut dibandingkan untuk mengetahui skenario terbaik. Pada saat ini Indocement memiliki enam kapal yang digunakan untuk mendistribusikan produk semen curah. Pada Tabel 3.3 ditunjukkan kapal-kapal dan karakteristik yang digunakan saat ini.

Tabel 3. 3 Kondisi Normal

Kapal	Kapasitas (Ton)	Jumlah
Belini VII	3.200	1
Belini IX	3.200	1
Tiga Roda	10.000	1
Fuyo	4.500	1
Jennifer	6.500	1
Tahta	7.500	1

Berikut adalah penjelasan mengenai skenario-skenario yang diangkat.

1 Skenario 1

Pada skenario ini dilakukan penambahan dan pengurangan jumlah kapal untuk menentukan jumlah optimal kapal untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*.

2 Skenario 2

Pada skenario ini kegiatan perawatan diperhitungkan yaitu perawatan *overhaul* sehingga perlu adanya *docking* dengan waktu proses perbaikan yang cukup lama. Jumlah kapal optimal pada skenario 1 dievaluasi untuk melihat apakah jumlah kapal tersebut cukup untuk mengirimkan semen curah tanpa adanya *shortage* dengan adanya kegiatan *maintenance*.

3 Skenario 3

Pada skenario ini kegiatan perawatan dilakukan pada *offpeak season* yaitu ketika musim memiliki tren permintaan yang rendah. Dengan adanya aturan perawatan tersebut dilihat jumlah kapal yang dibutuhkan untuk mendistribusikan semen curah tanpa adanya *shortage*.

3.5 Pembuatan Model Konseptual

Untuk melakukan proses simulasi terlebih dahulu dilakukan pembuatan model konseptual yang menunjukkan permasalahan pada sistem nyata. Model konseptual tersebut dapat berbentuk *flowchart*, *activity cycle diagram* (ACD), dan lainnya. Pada penelitian ini model konseptual sistem distribusi semen curah PT Indocement dibuat dalam bentuk *flow logic diagram*.

3.6 Pembuatan Model Simulasi

Model konseptual yang telah dibuat kemudian dibuat model simulasi yang sesuai dengan logika pada model konseptual dan sistem nyata (*real world*). Kemudian data-data yang telah diolah di-*input* ke dalam *software* ARENA untuk mendapatkan *output* dari model simulasi yang telah dibuat. Selain itu penentuan jumlah replikasi juga dilakukan karena hasil yang diberikan oleh simulasi ARENA adalah *random output* maka perlu adanya data lebih dari satu agar hasil dari ARENA merepresentasikan populasi sebenarnya. Untuk mengetahui jumlah replikasi yang perlu dilakukan maka perlu dilakukan penentuan nilai *level of confidence* dan nilai *absolute error*.

3.7 Validasi dan Verifikasi

Validasi internal (verifikasi) dan validasi eksternal merupakan proses pengujian terhadap model konseptual dan model simulasi untuk mengetahui apakah

sudah merepresentasikan sistem nyata yang ada. Validasi internal (verifikasi) merupakan proses pengujian untuk membandingkan model konseptual dengan model simulasi yang ada. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap logika model simulasi apakah sudah sesuai dengan logika pada model konseptual. Terdapat dua langkah yang dilakukan untuk melakukan verifikasi yaitu :

1. Memastikan tidak ada *error* pada model simulasi sehingga model dapat di-*running*.
2. Memastikan logika pada simulasi sesuai dengan model konseptual, wajar, masuk akal, dan logis.

Sedangkan proses validasi merupakan proses pengujian model simulasi terhadap sistem pada dunia nyata. Proses ini dilakukan dengan membandingkan output hasil model simulasi dengan sistem nyata yang ada. Jika tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua sistem tersebut maka model simulasi dianggap valid.

1.2 Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan eksperimen terhadap skenario-skenario perbaikan yang ada pada model simulasi. Proses eksperimen dilakukan dengan mengganti nilai inisial variabel keputusan yang terdapat pada sistem distribusi semen curah.

1.3 Analisis Skenario

Setelah dilakukan simulasi dengan skenario-skenario yang ada maka dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil *running* model simulasi. Analisis dilakukan dengan membandingkan, utilitas, dan *total cost* yang dihasilkan dari setiap skenario sehingga dapat ditentukan skenario yang terbaik. Setelah menentukan skenario terbaik kemudian dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengetahui perubahan yang dihasilkan dari setiap faktor yang mempengaruhi.

1.4 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini ditarik kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian. Selain itu diberikan juga rekomendasi terhadap perusahaan mengenai sistem distribusi semen curah yang dihasilkan oleh penelitian ini.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data-data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini serta hasil pengolahan pada data-data tersebut. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *input analyzer* pada *software* ARENA.

4.1 Pengumpulan Data

Pada subbab ini akan ditunjukkan data-data yang digunakan dalam membuat rancangan model simulasi transportasi semen curah PT Indocement. Data-data tersebut terdiri dari data struktural, data operasional, dan data numerik.

4.1.1 Data Struktural

Data struktural merupakan data yang menunjukkan struktur objek dari sistem yang ada. Data struktural tersebut dibagi menjadi tiga berdasarkan jenis data yang dibutuhkan yaitu data kapal, pelabuhan muat, dan pelabuhan bongkar.

4.1.1.1 Data Struktural Kapal

Data struktural kapal merupakan data mengenai struktur kapal terkait jenis kapal yang digunakan dan tipe penyewaannya. Pada Tabel 4.1 ditunjukkan jenis kapal dan skema penyewaan dari setiap kapal.

Tabel 4. 1 Data Struktural Kapal

Kapal	Jenis Kapal	JT
Belini VII	Tongkang	A4
Belini IX	Tongkang	A4
Tiga Roda	Tanker	A1
Fuyo	Tanker	A1
Jennifer	Tanker	A1
Tahta	Tanker	A1

4.1.1.2 Data Struktural Pelabuhan Muat

Data struktural pelabuhan muat merupakan data mengenai struktur dari pelabuhan yang digunakan untuk memuat semen curah yaitu lokasi pelabuhan, jenis pelabuhan, dan kapasitas penampungan di pelabuhan. Pada Tabel 4.2 ditunjukkan data struktural dari pelabuhan muat.

Tabel 4. 2 Data Struktural Pelabuhan Muat

Pelabuhan	Lokasi	Asal Pabrik	Jenis
Tarjun	Tarjun	P12	Terminal Pabrik
Tanjung Priok	Jakarta	P1-P8, P11, P14	Terminal Umum
Cirebon	Cirebon	P9, P10	Terminal Umum

4.1.1.3 Data Struktural Pelabuhan Bongkar

Data struktural pelabuhan bongkar merupakan data mengenai struktur dari pelabuhan tujuan atau pelabuhan bongkar semen curah. Data struktural pelabuhan bongkar terdiri dari data lokasi, jenis pelabuhan, dan kapasitas penampungan semen. Pada Tabel 4.3 ditunjukkan data struktural dari pelabuhan bongkar.

Tabel 4. 3 Data Struktural Pelabuhan Bongkar

Pelabuhan	Lokasi	Jenis
Samarinda	Samarinda	<i>Floating Terminal</i>
Tanjung Perak	Surabaya	Terminal Umum
Terminal Lembar	Lombok	Terminal Umum
Pontianak	Pontianak	<i>Floating Terminal</i>

4.1.2 Data Operasional

Data operasional merupakan data yang menunjukkan bagaimana jalannya operasi dalam sebuah sistem. Data-data operasional ini juga dibagi menjadi data kapal, pelabuhan muat, dan pelabuhan bongkar. Data operasional kapal adalah data mengenai penjadwalan kapal. Sistem pemilihan tujuan kapal dan tujuan muat kembali ditentukan berdasarkan dari tingkat *coverage days* dari masing-masing pelabuhan. *Coverage days* pada pelabuhan bongkar merupakan lama waktu permintaan semen pada pelabuhan semen tujuan dapat terpenuhi dengan persediaan

semen yang ada. Sedangkan *coverage days* pada pelabuhan muat merupakan lamanya waktu persediaan yang terdapat pada pelabuhan muat mencapai kapasitas maksimum penyimpanan.

Data operasional pelabuhan muat merupakan data yang berisi mengenai *time window* yang terdapat pada pelabuhan muat. Pada semua pelabuhan muat kapal dapat dilayani selama 24 jam dalam 7 hari jika *jetty* yang terdapat dalam pelabuhan dalam keadaan kosong atau kapal dapat bersandar. Untuk pelabuhan muat memiliki dua *jetty* yaitu A1 dan A4. Oleh karena itu pelabuhan Tarjun dapat tetap dapat melayani kapal jika salah satu *jetty* masih dapat menampung kapal yang sesuai dengan karakteristik dari masing-masing *jetty*.

Data operasional dari pelabuhan bongkar memiliki sistem operasional yang hampir sama dengan pelabuhan muat. Pelabuhan bongkar dapat melayani selama 24 jam dalam 7 hari jika terdapat *jetty* yang kosong. Untuk pelabuhan bongkar yang memiliki jenis terminal umum maka proses antri juga dilakukan dengan kapal-kapal lain selain kapal milik Indocement.

4.1.3 Data Numerik

Data numerik merupakan data yang berisi informasi kuantitatif yang terdapat dalam sistem. Data ini dibagi menjadi tiga yaitu data numerik kapal, pelabuhan muat, dan pelabuhan bongkar.

4.1.3.1 Data Numerik Kapal

Data numerik kapal yang dibutuhkan dalam merancang sistem simulasi transportasi semen curah adalah kapasitas tampung pada kapal, *draft*, kecepatan kapal, harga sewa, dan lama waktu berlayar. Pada Tabel 4.4 ditunjukkan data numerik kapal yang dibutuhkan.

Tabel 4. 4 Data Numerik Kapal

Kapal	Kapasitas (MT)	<i>Draft</i> (m)	Jadwal <i>Maintenance</i>	Harga Sewa per Hari
Belini VII	3.200	4.3	Juni 2021	35.000.000
Belini IX	3.200	4.3	Juli 2017	35.000.000
Tiga Roda	10.000	7.5	Februari 2020	130.000.000
Fuyo	4.500	5.5	Oktober 2019	50.000.000

Tabel 4. 4 Data Numerik Kapal

Kapal	Kapasitas (MT)	<i>Draft</i> (m)	Jadwal <i>Maintenance</i>	Harga Sewa per Hari
Jennifer	6.500	6	Januari 2021	55.000.000
Tahta	7.500	7	Maret 2018	55.000.000

Untuk mendapatkan kecepatan dari setiap perjalanan digunakan data historis lama waktu berlayar dari pelabuhan bongkar menuju pelabuhan muat dan sebaliknya. Kemudian jarak dari setiap pelabuhan dibagi dengan data tersebut.

4.1.3.2 Data Numerik Pelabuhan Muat

Data numerik mengenai pelabuhan muat yang dibutuhkan adalah kapasitas penampungan, *production rate*, kecepatan pompa *loading*, waktu *preload*, waktu *postload*, dan jarak dari pelabuhan muat menuju pelabuhan bongkar. Pada Tabel 4.5 ditunjukkan data numerik pelabuhan muat.

Tabel 4. 5 Data Numerik Pelabuhan Muat

Pelabuhan	Kapasitas Maksimum (MT)	<i>Production Rate</i>
Tarjun	1.000.000	296
Tanjung Priok	53.500	26.3
Cirebon	143.000	6.5

Pada Tabel 4.6 ditunjukkan jarak dari pelabuhan muat menuju pelabuhan bongkar. Jarak untuk menuju dan kembali dianggap simetris.

Tabel 4. 6 Jarak Pelabuhan Muat dan Pelabuhan Bongkar (Dalam Km)

From/To	Samarinda	Surabaya	Lombok	Pontianak
Tarjun	475	1023	780	1403
Tanjung Priok	2220	770	1286	792
Cirebon	2002	553	1069	1012

4.1.3.3 Data Numerik Pelabuhan Bongkar

Data numerik pelabuhan bongkar yang dibutuhkan adalah kapasitas pelabuhan, *draft*, *demand rate*, kecepatan *unloading*, waktu *preunload* dan

postunload. Pada tabel 4.7 ditunjukkan kapasitas pelabuhan, *demand rate*, dan kemampuan *draft* dari masing-masing pelabuhan.

Tabel 4. 7 Data Numerik Pelabuhan Bongkar

Terminal	Kapasitas Silo (MT)	Draft
Samarinda	8.000	7
Surabaya	15.000	9
Lombok	8.500	7.5
Pontianak	8.000	7

4.2 Pengolahan Data

Data-data numerik yang telah didapatkan kemudian diolah agar dapat menjadi input dalam model simulasi ARENA. Proses pengolahan dilakukan dengan melakukan *fitting distribution* pada data-data tersebut. Proses *fitting* tersebut dilakukan pada *input analyzer software* ARENA. Pada tabel 4.8 ditunjukkan hasil pengolahan dari masing-masing data numerik.

Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan Data

No	Aktivitas	Distribusi	Lama Waktu
1	<i>Production Rate</i> Tarjun	Constant	296
2	<i>Production Rate</i> Cirebon	Triangular	TRIA(4.3,6.5,7.2)
3	<i>Production Rate</i> Tanjung Priok	Triangular	TRIA(20.9,26.3,30.8)
4	Kecepatan Belini VII	Triangular	TRIA(10, 22.8, 26)
5	Kecepatan Belini IX	Triangular	TRIA(13, 20.9, 55)
6	Kecepatan Tiga Roda	Triangular	TRIA(24, 33, 36)
7	Kecepatan Fuyo	Triangular	TRIA(7, 18.3, 34)
8	Kecepatan Jennifer	Triangular	TRIA(15, 16, 25)
9	Kecepatan Tahta	Triangular	TRIA(4, 13, 22)
10	<i>Preload</i> Tarjun	Triangular	TRIA(4, 13, 22)
11	<i>Preload</i> Cirebon	Triangular	TRIA(2, 5.55, 28)
12	<i>Preload</i> Tanjung Priok	Triangular	TRIA(2, 5.9, 15)
13	<i>Postload</i> Tarjun	Triangular	TRIA(1, 8.7, 34)
14	<i>Postload</i> Cirebon	Triangular	TRIA(1, 3.61, 15)
15	<i>Postload</i> Tanjung Priok	Triangular	TRIA(3, 4.77, 8.9)
16	<i>Preunload</i> Samarinda	Triangular	TRIA(6, 6.79, 20)
17	<i>Preunload</i> Lombok	Triangular	TRIA(2, 2.88, 17)
18	<i>Preunload</i> Surabaya	Triangular	TRIA(5, 8.57, 15)

Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan Data

No	Aktivitas	Distribusi	Lama Waktu
19	<i>Preunload</i> Pontianak	Triangular	TRIA(5, 8.57, 15)
20	<i>Postunload</i> Samarinda	Triangular	TRIA(4, 6.11, 18)
21	<i>Postunload</i> Lombok	Triangular	TRIA(2, 3, 16)
22	<i>Postunload</i> Surabaya	Triangular	TRIA(1, 6.5, 12)
23	<i>Postunload</i> Pontianak	Triangular	TRIA(1, 2, 11)
24	Kecepatan Loading Tarjun	Triangular	TRIA(100, 278, 585)
25	Kecepatan Loading Cirebon	Triangular	TRIA(64.5, 65, 162)
26	Kecepatan Loading Tanjung Priok	Triangular	TRIA(79, 98.1, 270)
27	Kecepatan Unloading Samarinda	Triangular	TRIA(115, 264, 331)
28	Kecepatan Unloading Lombok	Triangular	TRIA(135, 238, 340)
29	Kecepatan Unloading Surabaya	Triangular	TRIA(105, 256, 338)
30	Kecepatan Unloading Pontianak	Triangular	TRIA(135,238,340)
31	<i>Demand</i> Januari Lombok	Triangular	TRIA(34, 38, 40)
32	<i>Demand</i> Januari Surabaya	Triangular	TRIA(37, 100, 107)
33	<i>Demand</i> Januari Samarinda	Triangular	TRIA(16, 17.8, 34)
34	<i>Demand</i> Januari Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
35	<i>Demand</i> Februari Lombok	Triangular	TRIA(28, 38, 48)
36	<i>Demand</i> Februari Surabaya	Triangular	TRIA(35, 62.5, 90)
37	<i>Demand</i> Februari Samarinda	Triangular	TRIA(13, 15, 33)
38	<i>Demand</i> Februari Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
39	<i>Demand</i> Maret Lombok	Triangular	TRIA(32, 42, 52)
40	<i>Demand</i> Maret Surabaya	Triangular	TRIA(28, 46, 88)
41	<i>Demand</i> Maret Samarinda	Triangular	TRIA(15, 19, 23)
42	<i>Demand</i> Maret Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
43	<i>Demand</i> April Lombok	Triangular	TRIA(20, 21.9, 39)
44	<i>Demand</i> April Surabaya	Triangular	TRIA(35, 62, 65)
45	<i>Demand</i> April Samarinda	Triangular	TRIA(9, 18, 27)
46	<i>Demand</i> April Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
47	<i>Demand</i> Mei Lombok	Triangular	TRIA(18, 45, 48)
48	<i>Demand</i> Mei Surabaya	Triangular	TRIA(37, 43.1, 98)
49	<i>Demand</i> Mei Samarinda	Triangular	TRIA(16, 17.1, 27)
50	<i>Demand</i> Mei Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
51	<i>Demand</i> Juni Lombok	Triangular	TRIA(20, 28.4, 32)
52	<i>Demand</i> Juni Surabaya	Triangular	TRIA(48, 57, 99)
53	<i>Demand</i> Juni Samarinda	Triangular	TRIA(10, 12.5, 35)
54	<i>Demand</i> Juni Pontianak	Triangular	TRIA(1.23, 5.62, 6)
55	<i>Demand</i> Juli Lombok	Triangular	TRIA(38, 47.9, 49)
56	<i>Demand</i> Juli Surabaya	Triangular	TRIA(42, 44, 62)
57	<i>Demand</i> Juli Samarinda	Triangular	TRIA(4, 7, 34)
58	<i>Demand</i> Juli Pontianak	Triangular	TRIA(2, 6.5, 17)

Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan Data

No	Aktivitas	Distribusi	Lama Waktu
59	<i>Demand</i> Agustus Lombok	Triangular	TRIA(26, 28.5, 51)
60	<i>Demand</i> Agustus Surabaya	Triangular	TRIA(54, 65.8, 96)
61	<i>Demand</i> Agustus Samarinda	Triangular	TRIA(19, 21.3, 42)
62	<i>Demand</i> Agustus Pontianak	Triangular	TRIA(10, 11, 20)
63	<i>Demand</i> September Lombok	Triangular	TRIA(32, 34.2, 54)
64	<i>Demand</i> September Surabaya	Triangular	TRIA(43, 46.6, 79)
65	<i>Demand</i> September Samarinda	Triangular	TRIA(13, 14.8, 31)
66	<i>Demand</i> September Pontianak	Triangular	TRIA(3, 18.3, 20)
67	<i>Demand</i> Oktober Lombok	Triangular	TRIA(32, 34.2, 54)
68	<i>Demand</i> Oktober Surabaya	Triangular	TRIA(43, 46.6, 79)
69	<i>Demand</i> Oktober Samarinda	Triangular	TRIA(22, 23.5, 37)
70	<i>Demand</i> Oktober Pontianak	Triangular	TRIA(3, 18.3, 20)
71	<i>Demand</i> November Lombok	Triangular	TRIA(28, 51.4, 54)
72	<i>Demand</i> November Surabaya	Triangular	TRIA(40, 53.2, 84)
73	<i>Demand</i> November Samarinda	Triangular	TRIA(16, 23.7, 27)
74	<i>Demand</i> November Pontianak	Triangular	TRIA(9.19, 9.73, 16)
75	<i>Demand</i> Desember Lombok	Triangular	TRIA(27, 49.5, 52)
76	<i>Demand</i> Desember Surabaya	Triangular	TRIA(35, 61.1, 64)
77	<i>Demand</i> Desember Samarinda	Triangular	TRIA(13, 26.5, 28)
78	<i>Demand</i> Desember Pontianak	Triangular	TRIA(5, 8.3, 16)

Distribusi Triangular dipilih untuk setiap kegiatan karena distribusi tersebut umum digunakan untuk mengestimasi proses dalam proyek. Dalam distribusi tersebut terdapat terlihat nilai maksimum, nilai rata-rata (*mean*) untuk setiap proses, dan nilai minimum yang dapat terjadi. Nilai terbesar yang terdapat pada kecepatan, *demand rate*, *production rate*, dan kecepatan *loading* merupakan *the most optimist value*. Sedangkan pada waktu proses *preunload* dan *postunload* waktu terkecil merupakan *the most optimist value*. Pada kondisi alam distribusi triangular merupakan distribusi yang menggambarkan kondisi proses oleh karena itu distribusi ini yang dipilih untuk memperlihatkan pola dari masing-masing proses.

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB V

PERANCANGAN MODEL SIMULASI

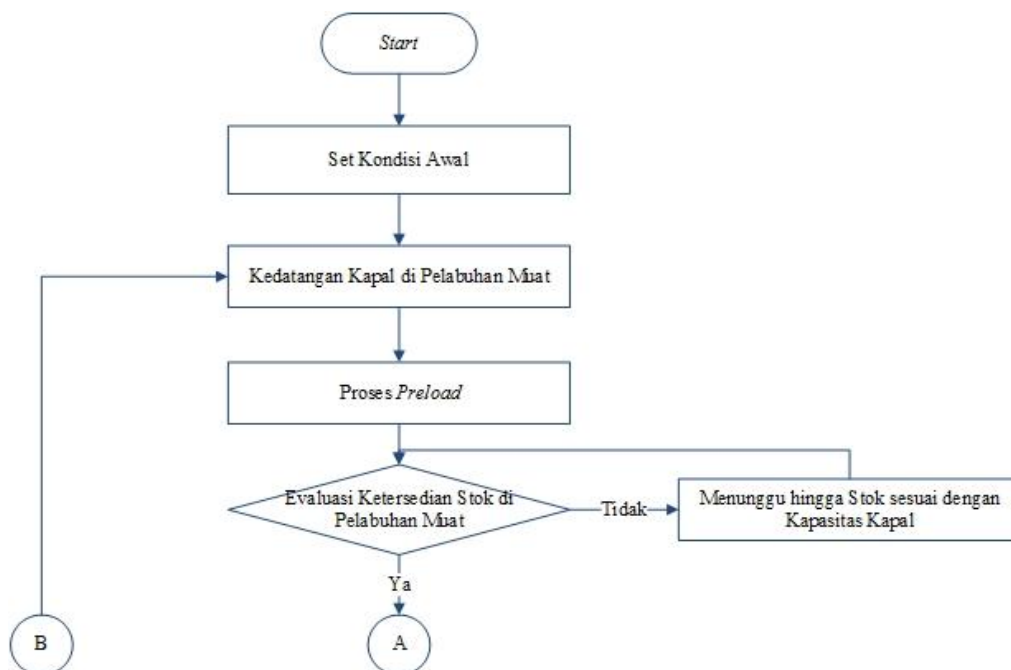
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam merancang model distribusi semen curah PT Indocement. Tahap yang dilakukan dimulai dari tahap pembuatan model konseptual, model simulasi, penentuan jumlah replikasi, validasi dan verifikasi, dan eksperimen skenario.

5.1 Model Konseptual

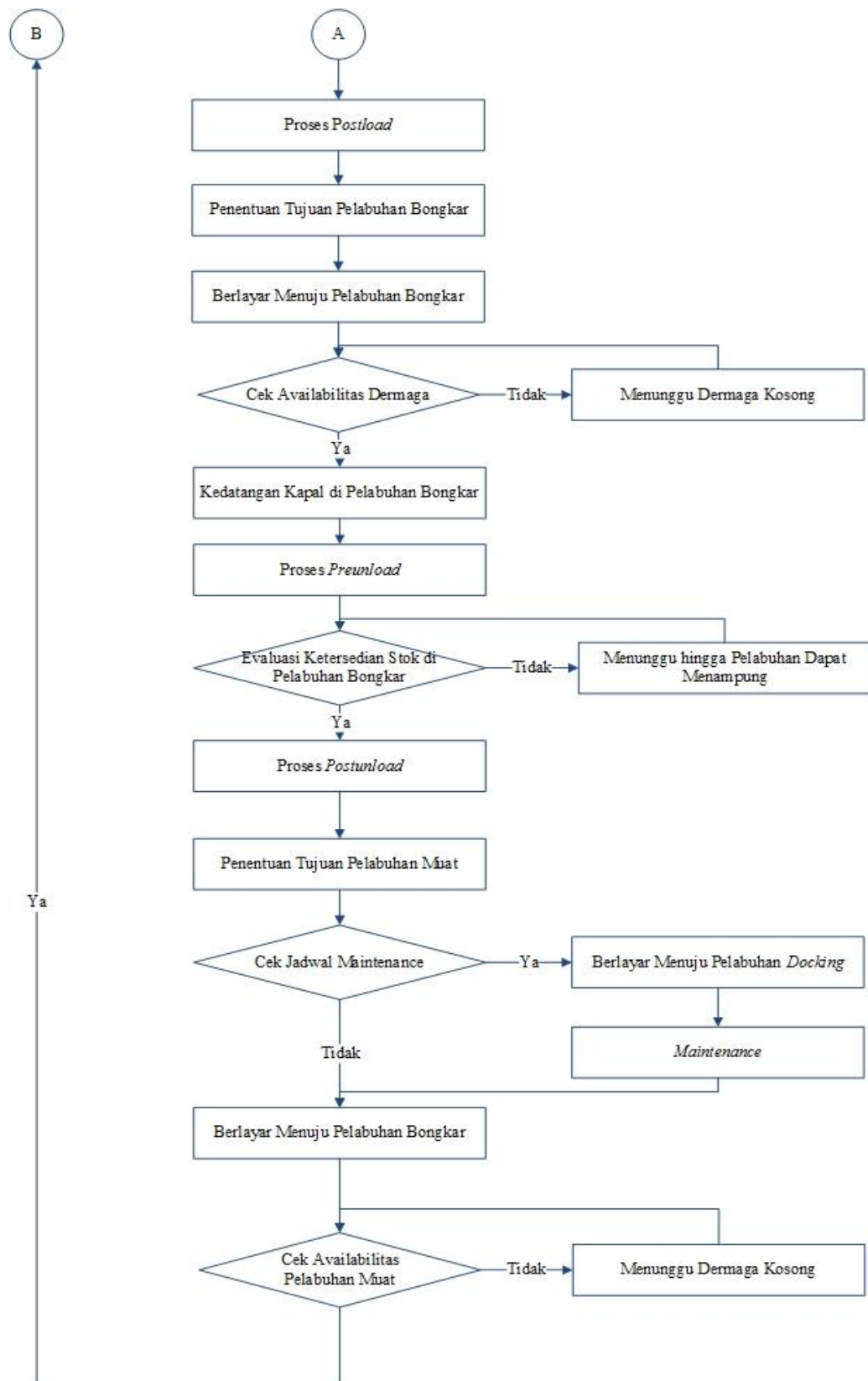
Pada subbab ini kan dijelaskan mengenai model konseptual yang memperlihatkan logika dalam pembuatan model simulasi. Model konseptual ini dibagi menjadi model konseptual untuk sistem distribusi semen curah dan pemilihan tujuan peabuhan bongkar dan penentuan tujuan pelabuhan muat.

5.1.1 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen Curah

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai model konseptual dari sistem distribusi semen curah PT Indocement Pada Gambar 5.1 ditunjukkan model konseptual dalam bentuk *flow logic diagram*.



Gambar 5. 1 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen Curah Indocement



Gambar 5.1 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen Curah Indocement
(lanjutan)

1. *Set Keadaan Awal*

Pada tahap ini dilakukan penetapan jumlah awal kapal pada sistem, kapasitas kapal, dan posisi setiap kapal.

2. *Kedatangan Kapal di Pelabuhan Muat*

Kedatangan kapal di pelabuhan muat merupakan proses yang *trigger* proses distribusi semen curah. Ketika kapal berada di sebuah dermaga pelabuhan maka akan dilakukan penugasan untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadinya *idle*.

3. *Proses Preload*

Proses ini merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan pelabuhan dan kegiatan administrasi yang dibutuhkan seperti menunggu pandu, *initial sounding*, pengolahan dokumen administrasi dan *connecting house*.

4. *Evaluasi Ketersediaan Semen di Pelabuhan Muat*

Proses ini dilakukan untuk memastikan jumlah muatan yang di muat ke kapal sesuai dengan kapasitas kapal dan tidak adanya pemberhentiaan muat karena tidak cukupnya semen curah. Proses Untuk itu kondisi berikut harus dipenuhi.

$$\text{Jumlah Semen dalam Silo} \geq \text{Kapasitas Kapal}$$

5. *Proses Loading Muatan ke Kapal*

Proses ini merupakan proses untuk melakukan pengisian semen ke kapal. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses *loading* adalah :

$$\text{Waktu Loading} = \frac{\text{Kapasitas kapal}}{\text{Kecepatan Pompa di Pelabuhan Muat}} \quad (5.1)$$

6. *Proses Postload*

Proses ini merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan tepat setelah selesainya proses *loading*. Kegiatan yang termasuk dalam proses ini adalah pelepasan alat *loading*, *final sounding*, dan menunggu pandu.

7. Penentuan Pelabuhan Bongkar

Penentuan pelabuhan bongkar tujuan dilakukan berdasarkan *coverage days* tiap pelabuhan bongkar untuk memenuhi *demand* yang ada. Pelabuhan bongkar dengan nilai *coverage days of demand* paling kecil akan menjadi prioritas sebagai pelabuhan tujuan.

8. Proses Berlayar menuju Pelabuhan Bongkar

Tahap ini merupakan proses pelayaran kapal dari pelabuhan muat menuju pelabuhan bongkar yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Waktu berlayar ditentukan oleh kecepatan kapal. Dimana pada sistem ini terdapat pola distribusi kecepatan kapal.

9. Cek Availabilitas Dermaga di Pelabuhan Bongkar

Pada proses ini dilakukan pengecekan apakah dermaga kosong sehingga dapat dilakukan sandar. Jika dermaga tidak *available* maka kapal harus menunggu hingga dermaga kosong.

10. Proses *Preunload*

Pada tahap ini proses yang dilakukan sama dengan proses *preload* yaitu mempersiapkan pelabuhan dan kegiatan administrasi.

11. Evaluasi Kapasitas Silo di Pelabuhan Bongkar

Dalam tahap ini dilakukan evaluasi terhadap kemampuan kapasitas silo di tiap pelabuhan bongkar. Jika dengan adanya pembongkaran muatan semen akan menyebabkan jumlah *inventory* melebihi kapasitas dari silo maka kapal perlu menunggu hingga silo dapat menampung keseluruhan muatan.

12. Proses *Unloading*

Proses ini merupakan bongkar muatan semen ke silo yang terdapat di pelabuhan bongkar. Lama waktu untuk melakukan proses *unloading* adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu Unloading} = \frac{\text{Kapasitas kapal}}{\text{Kecepatan Pompa di Pelabuhan Bongkar}} \quad (5.2)$$

13. Proses *Postunload*

Pada tahap ini proses yang dilakukan sama dengan proses *postload* yaitu kegiatan pelepasan alat *loading*, *final sounding*, dan menunggu pandu.

14. Penentuan Pelabuhan Muat

Penentuan pelabuhan muat dilakukan berdasarkan *coverage days* tiap pelabuhan muat agar *inventory* tidak melebihi kapasitas silo di tiap pelabuhan muat. Pelabuhan bongkar dengan nilai *coverage days supply* paling kecil akan menjadi prioritas sebagai pelabuhan tujuan.

15. *Maintenance*

Kegiatan perawatan yang dimaksudkan adalah kegiatan perawatan periodik maupun *maintenance overhaul* yang dibutuhkan untuk menjaga kondisi kapal. Pada saat *docking* lama waktu *docking* dianggap sama untuk semua kapal yaitu 30 hari dan waktu tersebut sudah termasuk waktu perjalanan.

16. Proses Berlayar menuju Pelabuhan Muat

Proses ini merupakan proses pelayaran kapal dari pelabuhan bongkar menuju pelabuhan muat yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Waktu berlayar ditentukan oleh kecepatan kapal. Dimana pada sistem ini terdapat pola distribusi kecepatan kapal.

17. Cek Availabilitas Dermaga Pelabuhan Muat

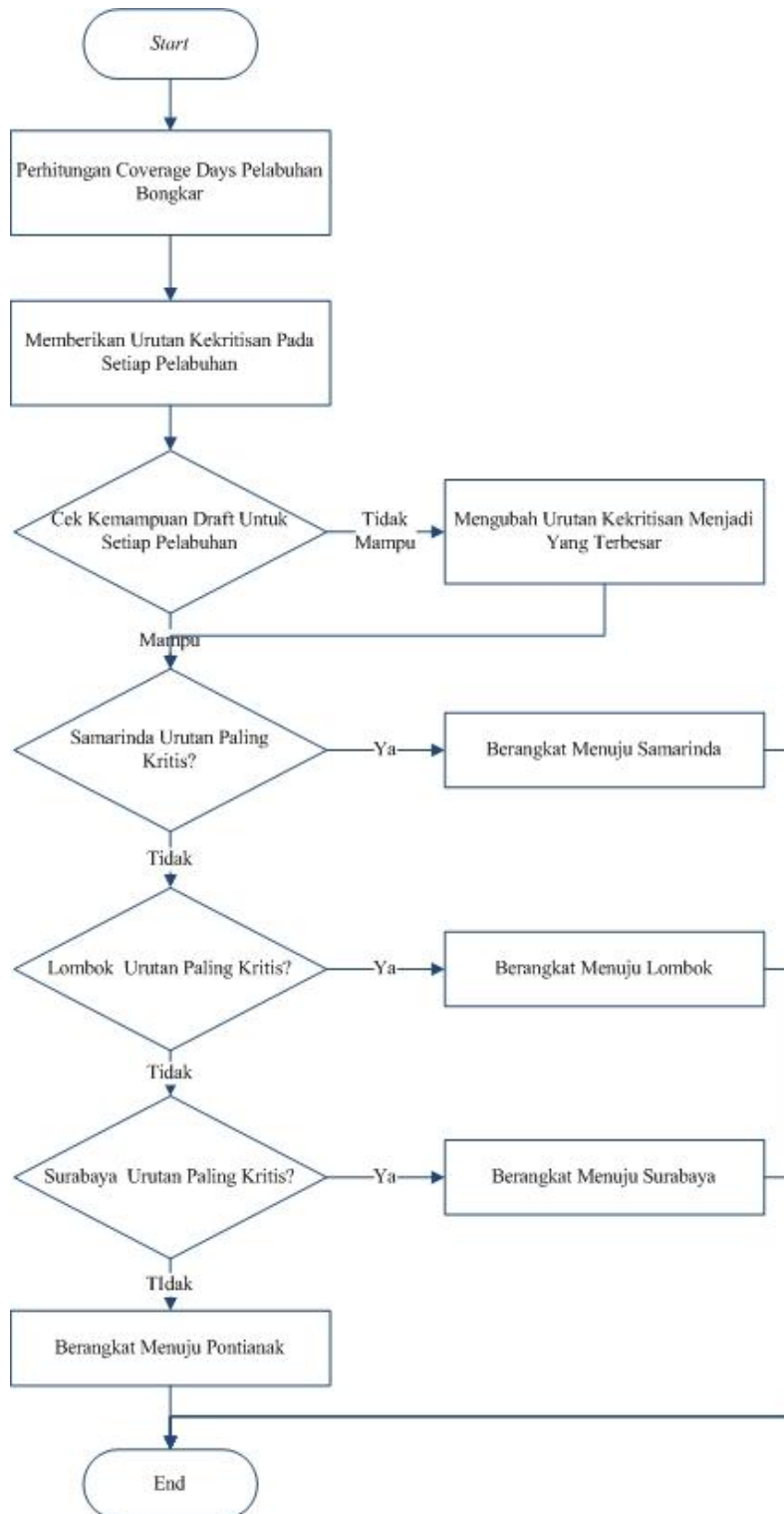
Pada proses ini dilakukan pengecekan apakah dermaga di pelabuhan muat kosong sehingga dapat dilakukan sandar. Jika dermaga tidak *available* maka kapal harus menunggu hingga dermaga kosong.

5.1.2 Model Konseptual Pemilihan Pelabuhan Bongkar

Dalam pemilihan tujuan pelabuhan bongkar digunakan aturan penugasan untuk memilih tingkat *coverage days of demand* yang paling kecil. Pelabuhan bongkar dengan nilai *coverage days demand* paling kecil akan menjadi prioritas sebagai pelabuhan tujuan. Rumus yang digunakan untuk menghitung *coverage days of demand* adalah sebagai berikut.

$$CDD = \frac{(Stok\ Pelabuhan\ Bongkar + Inventory\ Intransit)}{Rate\ demand \times Lead\ Time} \quad (5.3)$$

Pada Gambar 5.2 ditunjukkan model konseptual pemilihan tujuan dalam bentuk *flow logic diagram*.



Gambar 5. 2 Flow Logic Diagram Pemilihan Pelabuhan Bongkar

Sesuai dengan Gambar 5.2 terdapat beberapa tahap dalam penentuan tujuan pelabuhan bongkar yaitu :

1. Perhitungan *Coverage Days of Demand*

Pada tahap ini dilakukan proses perhitungan *coverage days* untuk masing-masing pelabuhan bongkar sesuai dengan rumus 5.3.

2. Memberikan Urutan Kekritisian

Setelah melakukan perhitungan CD maka pelabuhan akan diberikan urutan kekritisian. Urutan paling kritis yaitu satu akan diberikan kepada pelabuhan yang memberikan nilai CD paling kecil.

3. Cek Kemampuan *Draft*

Pengecekan *draft* dilakukan untuk mengetahui apakah kapal dapat bersandar di pelabuhan tujuan. Jika *draft* kapal melebihi *draft* dari pelabuhan bongkar maka nilai kekritisian pelabuhan akan dibuat paling besar sehingga pelabuhan bongkar tersebut tidak dipilih sebagai tujuan.

4. Penentuan Tujuan

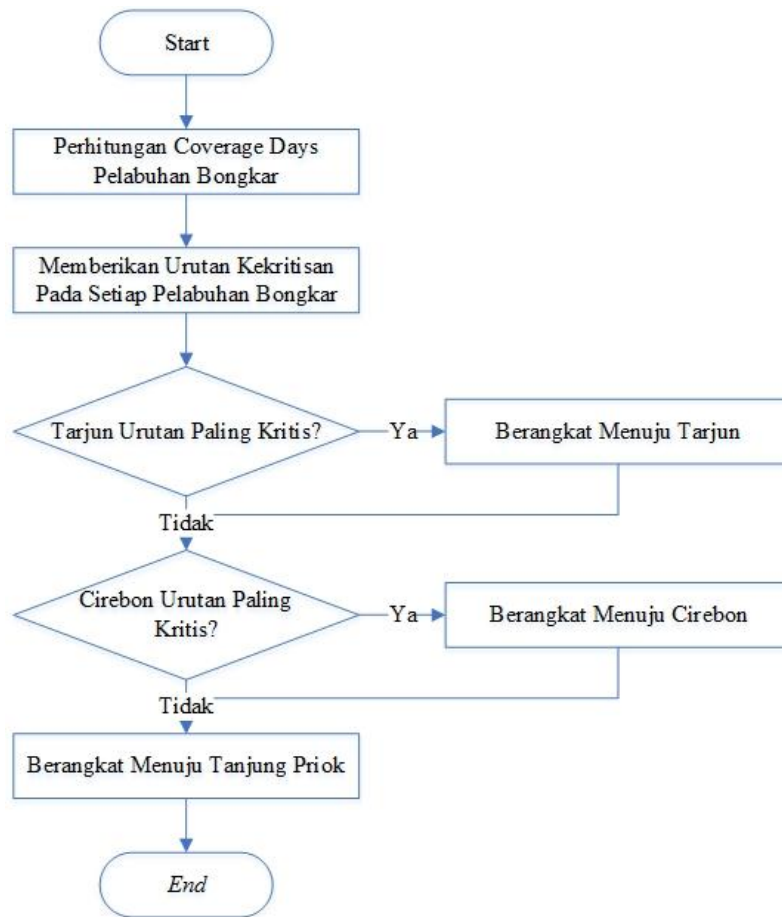
Pada tahap ini kapal akan berangkat menuju pelabuhan bongkar yang memiliki urutan kritis paling kecil.

5.1.3 Model Konseptual Pemilihan Pelabuhan Muat

Penentuan pelabuhan muat yang dipilih ditentukan dengan aturan pemilihan tingkat *coverage days of supply* yang paling kecil. Semakin kecil tingkat *coverage days* menunjukkan persediaan yang terdapat pada pelabuhan muat sudah mendekati kapasitas maksimum penyimpanan semen. Dalam melakukan perhitungan *coverage days of supply* lama waktu pengiriman (*lead time*) diperhitungkan untuk memilih *lead time* yang lebih jauh dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke pelabuhan muat akan semakin lama. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung *coverage days of supply*.

$$CDS = \frac{\text{Kapasitas Silo} - (\text{Inventory di Silo} - \text{Inventory Intransit})}{\text{Lead Time}} \quad (5.4)$$

Pada Gambar 5.3 ditunjukkan *flow logic diagram* dalam menentukan pelabuhan muat kapal untuk kembali.



Gambar 5. 3 Flow Logic Diagram Penentuan Pelabuhan Muat

Sesuai dengan Gambar 5.3 terdapat beberapa tahap dalam penentuan tujuan pelabuhan tujuan yaitu :

1. Perhitungan *Coverage Days of Supply*

Pada penentuan tujuan pelabuhan dilakukan perhitungan CDS sesuai dengan rumus 5.4 untuk masing-masing pelabuhan muat.

2. Memberikan Urutan Kekritisan

Sama seperti tahap pemberian urutan kekritisan pada pelabuhan bongkar, urutan kekritisan muat juga diberikan kepada pelabuhan muat dengan kondisi urutan pertama diberikan pada pelabuhan dengan tingkat CDS terendah.

3. Penentuan Tujuan

Pada tahap ini kapal akan menuju pelabuhan muat dengan urutan yang paling kritis atau kecil.

5.2 Model Simulasi

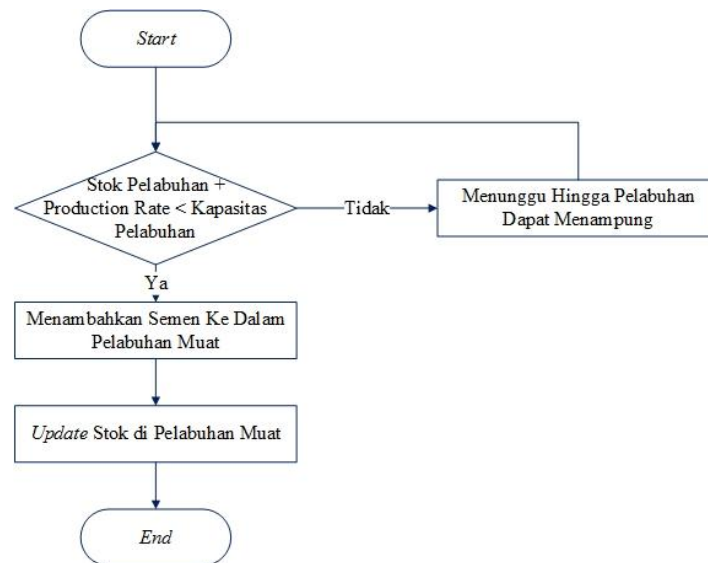
Pada subbab ini akan ditunjukkan model simulasi sistem distribusi semen curah PT Indocement. Model simulasi ini dibagi menjadi sepuluh submodel simulasi yaitu submodel kondisi awal, *update* stok pada pelabuhan muat dan bongkar, submodel penentuan pelabuhan bongkar, submodel penentuan pelabuhan balik, submodel kegiatan di pelabuhan muat dan proses berlayar ke pelabuhan tujuan, submodel kegiatan di pelabuhan bongkar serta proses berlayar kembali ke pelabuhan muat, serta submodel untuk mencatat data di Excel.

5.2.1 Submodel Kondisi Awal

Submodel ini dibuat untuk mengatur kondisi awal sistem. Kondisi yang diatur pada submodel ini adalah nilai awal stok serta kapasitas maksimum penyimpanan yang terdapat di pelabuhan muat Tarjun, Cirebon, dan Tanjung Priok, nilai awal *inventory* yang terdapat di pelabuhan bongkar Samarinda, Lombok, Surabaya, dan Pontianak, serta availibilitas dari pelabuhan. Modul *create* hanya mengeluarkan satu entitas yaitu informasi untuk memberikan nilai awal dari stok di pelabuhan awal, stok di pelabuhan muat, availabilitas pelabuhan, kapasitas maksimum penyimpanan di pelabuhan, dan nilai awal intransit yaitu 0. Nilai yang diberikan pada kondisi awal ini merupakan data yang telah ditunjukkan pada bab 4. Nilai awal yang diberikan pada stok pelabuhan muat adalah 500.000 Ton di Pelabuhan Tarjun, 30.000 di Pelabuhan Cirebon, dan 95.000 di Pelabuhan Tanjung Priok.

5.2.2 Submodel Update Stok Pelabuhan Muat

Submodel ini mengatur semen yang masuk ke dalam pelabuhan muat. Proses penambahan dilakukan setiap jam. Pada Gambar 5.4 ditunjukkan *flowchart* submodel untuk meng-*update* stok produksi perjamnya.

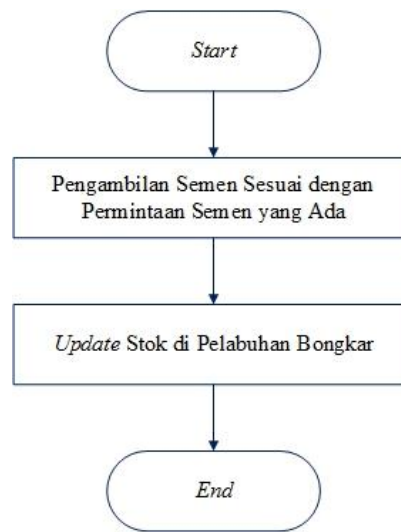


Gambar 5. 4 Flowchart Submodel *Update* Pelabuhan Muat

Sesuai dengan Gambar 5.4 *update* stok di pelabuhan muat akan terjadi setiap jam. Terdapat empat modul *create* pada submodel ini. Modul *create* yang pertama berfungsi untuk memberikan nilai pada kecepatan produksi di setiap pelabuhan muat sesuai dengan distribusi yang telah didapatkan dari *fitting distrbution*. Sedangkan modul *create* lainnya berfungsi untuk *update* stok pada pelabuhan Tarjun, Cirebon, dan Tanjung Priok. Jika stok yang terdapat dalam pelabuhan belum mencapai kapasitas maksimum maka $\text{Stok Pelabuhan} = \text{Stok Pelabuhan} + \text{Rate Produksi}$. Namun jika telah mencapai kapasitas maksimum maka *update* stok yang terus masuk akan langsung menuju modul *dispose* sehingga tidak dianggap adanya penambahan stok.

5.2.3 Submodel *Update* Stok Pelabuhan Bongkar

Submodel ini bertujuan untuk meng-*update* stok yang terdapat dipelabuhan bongkar.



Gambar 5. 5 *Flowchart* Submodel *Update* Pelabuhan Bongkar

Sesuai Gambar 5.5 *update* stok di pelabuhan bongkar dilakukan setiap jam. Pada submodel ini terdapat 12 bagian disetiap pelabuhan untuk merepresentasikan pola dari permintaan semen setiap bulannya. Sehingga terdapat 48 modul *create* dan *assign* yang digunakan. Oleh karena itu nilai *consumption rate* disesuaikan dengan pola permintaan setiap bulan di tiap pelabuhan. Nilai yang dimasukkan pada setiap modul *assign* disesuaikan dengan nilai yang didapatkan dari hasil *fitting distribution*. Untuk menyesuaikan entitas yang dikeluarkan oleh setiap modul *create* maka *first creation* entitas diatur menyesuaikan waktu pada setiap bulan. Contohnya pada Bulan Februari entitas pertama akan keluar pada waktu 721. Waktu tersebut didapatkan dari perkalian 30 hari dan 24 jam untuk bulan sebelumnya kemudian ditambahkan nilai 1 untuk memperlihatkan mulainya bulan kedua.

5.2.4 Submodel *Initial* Lokasi Kapal

Submodel ini dibuat untuk mengatur kondisi awal lokasi kapal. Selain itu pada submodel ini kapal sebagai entitas ditemplei *atribut* kapasitas kapal, waktu untuk *maintenance*, dan kecepatan kapal. *Atribut-atribut* tersebut digunakan untuk perhitungan pada submodel proses di pelabuhan muat dan bongkar. Terdapat enam modul *create* yang ditunjukkan untuk masing-masing kapal. Pada kondisi awal kapal Belini 7 akan berangkat menuju Tarjun, Belini 9 menuju Cirebon, Tiga Roda

menuju Surabaya, Fuyo menuju Tarjun, Tahta menuju Lombok, dan Jennifer menuju Tarjun. Waktu keberangkatan setiap kapal menuju pelabuhan tujuan dibuat berbeda-beda menyesuaikan data yang ada. Pada submodel ini juga ditentukan jumlah kapal yang digunakan pada sistem distribusi. Untuk menentukan jumlah kapal yang terdapat pada sistem dapat di atur pada *maximum arrival* dari *create* entitas kapal. Dengan mengurangi dan menambahkan nilai pada *maximum arrival* maka jumlah kapal pada sistem dapat diatur.

5.2.5 Submodel Proses di Pelabuhan Muat

Submodel ini berisi mengenai proses-proses yang terdapat pada pelabuhan muat mulai dari kedatangan kapal hingga keberangkatan kapal dari pelabuhan muat menuju pelabuhan bongkar. Sesuai dengan lampiran yang terdapat pada submodel proses di pelabuhan muat kegiatan yang terdapat dari submodel ini adalah :

1. Kedatangan kapal

Kapal yang datang pada pelabuhan muat menjadi pemicu untuk melakukan proses penentuan tujuan pelabuhan bongkar pada submodel penentuan tujuan pelabuhan bongkar. Untuk itu perlu adanya modul *hold* untuk mengatur masuknya entitas kapal sehingga proses penentuan tujuan kapal dapat dilakukan untuk setiap entitas kapal yang datang. Ketika informasi tujuan pelabuhan bongkar sudah didapatkan maka modul *hold* akan melepas entitas kapal untuk melanjutkan ke proses lain.

2. Proses *preload*

Pada proses ini dimasukkan modul *delay* untuk merepresentasikan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses administrasi dan persiapan melakukan *loading*. Lama waktu *delay* untuk pelabuhan Tarjun, Cirebon, dan Tanjung Priok adalah NORM(8.32,4.89), NORM(8.46, 3.01), dan NORM(5.46, 1.21).

3. Proses penentuan pelabuhan bongkar

Kapal yang telah melakukan proses *preunload* kemudian di *separate* untuk menjadi 2 entitas. Dimana satu entitas melanjutkan proses yang lain dan entitas lainnya menjadi entitas untuk melakukan proses perhitungan *coverga days* untuk penentuan tujuan pelabuhan bongkar. Tujuan yang

telah ditentukan pada submodel penentuan tujuan pelabuhan bongkar kemudian dijadikan atribut agar menempel pada entitas kapal sehingga perhitungan untuk entitas lain tidak merubah tujuan yang telah ditentukan.

4. Evaluasi stok pelabuhan muat

Pada proses ini di submodel diberikan modul *hold* untuk memasikan jumlah muatan yang dimuat ke dalam kapal sesuai dengan kapasitas kapal. Jika jumlah stok yang terdapat pada pelabuhan kurang dari kapasitas kapal maka entitas kapal akan menunggu hingga stok yang terdapat pada pelabuhan sama dengan kapasitas kapal.

5. Proses *Loading*

Jumlah semen yang dipindahkan ke kapal sesuai dengan kapasitas muat kapal. Oleh karena itu jumlah stok setelah melakukan proses pengisian semen akan berkurang sebesar kapasitas kapal. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengisian adalah Kapasitas Kapal/Kecepatan Load dari masing-masing pelabuhan. Kecepatan *loading* Tarjun, Cirebon, dan Tanjung Priok adalah NORM(263,70.6), NORM(174,61.3), dan NORM(101,27.5).

6. Proses *postload*

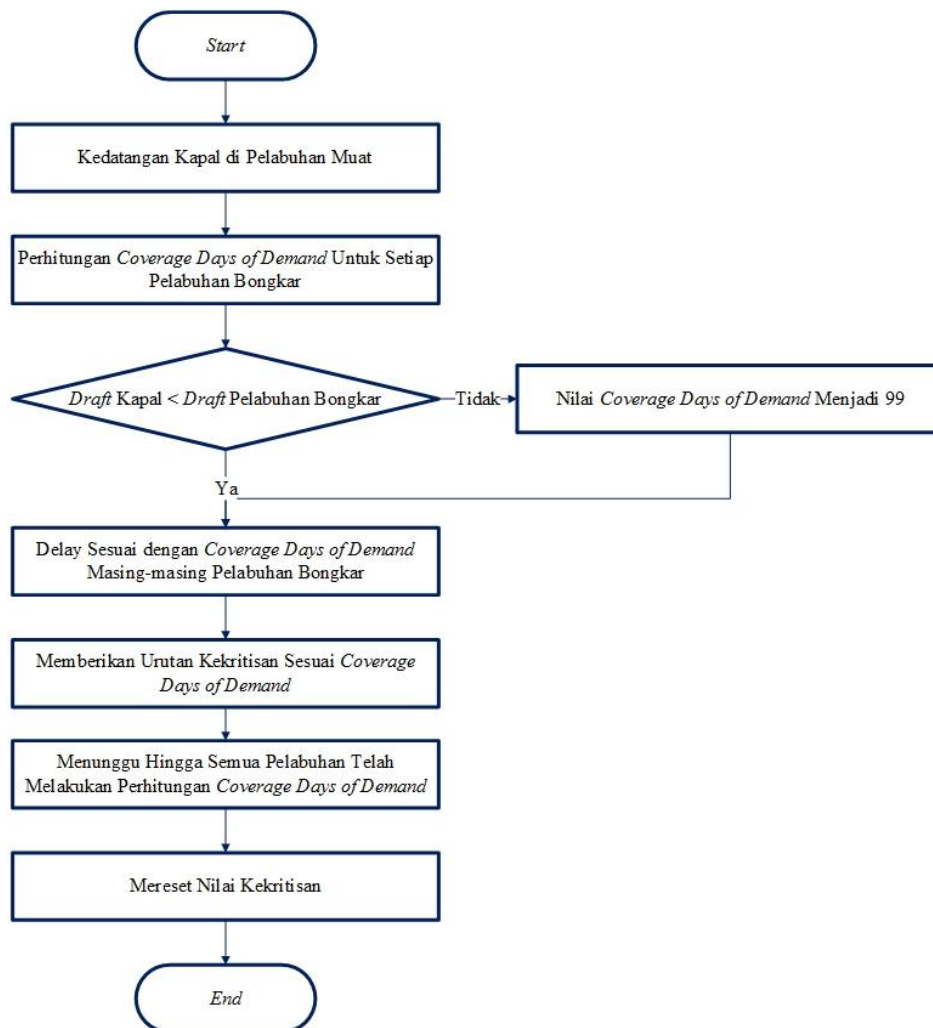
Kapal melakukan kegiatan *postload* pada subsistem ini ditunjukkan dengan modul *delay*. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *postload* sesuai dengan hasil *fitting distribution*. Lama waktu proses *postload* pada setiap pelabuhan memiliki nilai sebagai berikut NORM(9.29, 4.94), NORM(6.54, 3.69), dan NORM(7.86, 4.54).

7. Perjalanan menuju pelabuhan bongkar

Atribut tujuan yang telah di-*assign* pada penentuan tujuan kemudian digunakan sebagai identitas tujuan yang dituju pada pemilihan *decide*. Waktu tempuh untuk melakukan perjalanan adalah jarak dari pelabuhan muat menuju pelabuhan bongkar dibagi kecepatan kapal. Kecepatan dari masing-masing kapal telah dihitung pada *fitting distribution*.

5.2.6 Submodel Penentuan Tujuan Pelabuhan Bongkar

Submodel ini digunakan untuk melakukan perhitungan *coverage days* untuk setiap pelabuhan. Kemudian tingkat *coverage days* tersebut yang digunakan sebagai penentu tujuan pelabuhan. Pada Gambar 5.6 ditunjukkan *flowchart* submodel penentuan pelabuhan bongkar.



Gambar 5. 6 *Flowchart* Submodel Penentuan Pelabuhan Bongkar

Sesuai Gambar 5.6 kedatangan kapal di pelabuhan muat akan menjadi *trigger* untuk melakukan perhitungan penentuan pelabuhan bongkar tujuan. Hal tersebut dikarenakan entitas yang berasal dari submodel proses pelabuhan akan masuk ke *stasion* penentuan tujuan pelabuhan bongkar. Kemudian dilakukan proses perhitungan *coverage days of demand* untuk masing-masing pelabuhan bongkar.

Dari perhitungan CD yang telah didapatkan kemudian digunakan modul *decide* untuk memastikan kapal dapat masuk ke pelabuhan tersebut. Jika *draft* kapal melebihi *draft* dari pelabuhan maka tingkat CD akan diubah menjadi 99 sehingga menghasilkan nilai CD yang besar. *Delay* selama CD menggunakan modul *hold* digunakan untuk mengeluarkan entitas dengan tingkat CD terendah terlebih dahulu. Modul *assign* diberikan untuk menentukan urutan tujuan pelabuhan yang dituju yaitu $\text{Urutan} = \text{Urutan} + 1$ sehingga urutan kekritisannya akan sesuai dengan tingkat CD terkecil. Setelah semua pelabuhan telah diberikan urutan kekritisannya dan kapal telah mendapatkan tujuan pelabuhan bongkar maka nilai kekritisannya akan diatur ulang menjadi 0 untuk perhitungan penentuan pelabuhan bongkar selanjutnya.

5.2.7 Submodel Proses di Pelabuhan Bongkar

Sama dengan submodel pada proses pelabuhan muat, submodel ini berisi kegiatan dari kapal datang hingga berangkat menuju pelabuhan muat. Kegiatan tersebut adalah :

1. Kapal sampai di pelabuhan bongkar

Entitas kapal yang sampai di pelabuhan bongkar akan di *separate* untuk menjadi pemicu untuk melakukan penentuan tujuan pada submodel penentuan tujuan pelabuhan muat sama seperti entitas yang terletak di submodel penentuan pelabuhan bongkar.

2. Proses *preunload*

Untuk melakukan proses *preload* digunakan modul *delay* sesuai dengan lama proses *preunload* yang terdapat pada hasil *fitting distribution*. Lama waktu *preunload* untuk Samarinda, Lombok, Surabaya, dan Pontianak adalah NORM(10.9, 3.75), NORM(7.29, 4.26), NORM(8.76, 2.2), dan NORM(9.7, 3.8).

3. Proses penentuan pelabuhan muat

Pada tahap ini submodel proses akan memberikan waktu agar submodel penentuan tujuan pelabuhan muat dapat menghitung tujuan pelabuhan. Kemudian hasil perhitungan tersebut dijadikan atribut sama seperti pada submodel proses di pelabuhan muat.

4. Evaluasi stok di pelabuhan bongkar

Jumlah stok di pelabuhan bongkar dievaluasi untuk melihat apakah pelabuhan dapat menampung semen. Jika stok yang terdapat pada pelabuhan ditambahkan dengan kapasitas kapal melebihi kapasitas maksimum penyimpanan maka kapal akan menunggu hingga pelabuhan dapat menampung semen tersebut.

5. Proses *Unloading*

Seperti proses *loading*, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses ini adalah kapasitas kapal dibagi dengan kecepatan *unload* dari masing-masing pelabuhan. Kecepatan *unload* dari pelabuhan Samarinda, Lombok, Surabaya, dan Pontianak adalah NORM(249,53.4), NORM(200,52.5), NORM(200,52.5), dan TRIA(135,238,340).

6. Proses *postunload*

Modul *delay* menunjukkan kegiatan *postunload* sesuai dengan kebutuhan waktu dari masing-masing pelabuhan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses *unload* pada pelabuhan Samarinda, Lombok, Surabaya, dan Pontianak adalah NORM(9.37, 3.63), NORM(7.48, 3.43), NORM(6.09, 2.1), dan NORM(7.5, 2.8).

7. Berlayar menuju pelabuhan muat

Sama dengan tahap berlayar menuju pelabuhan muat, untuk mengetahui waktu tempuh maka jarak dari pelabuhan bongkar menuju pelabuhan muat dibagi kecepatan kapal. Namun jika kapal perlu dilakukan perawatan maka kapal akan menuju ke tempat *docking*. Pada submodel ini diberikan modul *decide* untuk mengetahui apakah kapal sudah waktunya untuk melakukan *maintenance*. Jika kapal sudah diperlukan untuk melakukan *maintenance* maka entitas kapal akan menuju stasiun *docking* atau *maintenance*.

5.2.8 Submodel Penentuan Tujuan Pelabuhan Muat

Submodel ini bertugas untuk menentukan tujuan pelabuhan muat. Untuk menentukan pelabuhan muat yang akan dituju perlu dilakukan perhitungan *coverage days* terlebih dahulu. Semakin kecil nilai CD maka tingkat kekritisannya meningkat karena stok yang ada pada pelabuhan muat sudah hampir mencapai

kapasitas maksimum penyimpanan. Pada Gambar 5.7 ditunjukkan *flowchart* submodel penentuan pelabuhan muat.



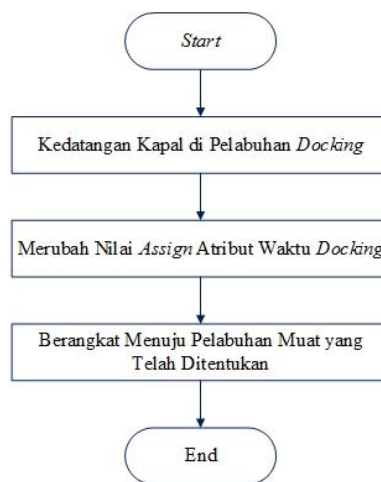
Gambar 5. 7 *Flowchart* Submodel Penentuan Pelabuhan Muat

Pada Gambar 5.7 terdapat proses kedatangan yang menjadi *trigger* proses perhitungan penentuan tujuan pelabuhan muat. Pada submodel ini entitas yang berasal dari submodel proses di pelabuhan bongkar akan di duplikasi menjadi 3 entitas oleh modul *separate*. Hal itu dilakukan untuk melakukan perhitungan *coverage days of supply* untuk masing-masing pelabuhan. Kemudian dilakukan proses perhitungan *coverage days of supply* untuk masing-masing pelabuhan muat. Modul *delay* dengan lama *delay* sebesar CD yang telah dihitung diberikan agar urutan kekritisitas yang dihasilkan sesuai dengan urutan pelabuhan dengan tingkat CD paling kecil. Sama seperti submodel penentuan pelabuhan bongkar, pada

submodel ini urutan kekritisannya akan diatur ulang menjadi 0 setelah kapal mendapatkan urutan kekritisannya.

5.2.9 Submodel *Maintenance*

Submodel ini digunakan untuk memberikan pemeliharaan pada kapal yang sudah harus di *maintenance*. Untuk memberikan lama waktu perbaikan maka diberikan modul *delay*. Pada Gambar 5.8 ditunjukkan submodel *maintenance*.



Gambar 5. 8 *Flowchart Submodel Maintenance*

Untuk menyesuaikan jadwal kapal *maintenance* maka entitas kapal akan diberikan atribut waktu untuk *maintenance*. Ketika waktu simulasi sama dengan waktu untuk *maintenance* maka kapal akan menuju ke pelabuhan *docking*. Kedatangan kapal yang ditunjukkan pada Gambar 5.8 yaitu entitas yang masuk pada *station maintenance* diberikan modul *delay* sesuai waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *maintenance*. Namun sebelum kapal mengalami *delay* entitas kapal tersebut terlebih dahulu diberi *assign* atribut untuk merubah waktu *docking* agar tidak terjadi *maintenance* berkali-kali. Setelah selesai *maintenance* kapal akan menuju pelabuhan muat yang telah ditentukan sebelumnya.

5.2.10 Submodel *Readwrite*

Submodel *readwrite* digunakan untuk mencatat hasil *running* simulasi. Data-data yang dicatat antara lain adalah waktu sampai di pelabuhan, waktu

berangkat dari pelabuhan, tingkat stok di pelabuhan muat, stok di pelabuhan bongkar, *coverage days of supply* dan *coverage days of demand*, tingkat intransit, serta tujuan pelabuhan.

5.3 Penentuan Jumlah Replikasi

Proses replikasi dilakukan agar output yang dihasilkan oleh model simulasi lebih merepresentasikan populasi yang sebenarnya. Replikasi merupakan proses perulangan dengan kondisi yang sama pada suatu percobaan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan sistem yang digunakan dalam *software* ARENA adalah *random input random output* (RIRO). Pada tabel 5.1 ditunjukkan hasil *running* model simulasi dengan jumlah replikasi sebanyak lima kali.

Tabel 5. 1 Hasil Running 5 Replikasi

Replikasi (i)	Jumlah Semen yang Didistribusikan
1	982,800
2	1,011,100
3	981,400
4	992,400
5	1,017,100
Average (xbar)	996,960
Std. dev (s)	16,347.568

Setelah mendapatkan rata-rata dan standar deviasi kemudian dilakukan perhitungan hw dengan tingkat derajat kepercayaan sebesar 95%.

$$h_o = h_w = t_{N-1, \alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (5.5)$$

Dengan :

$$\alpha = 0,05$$

$$n_0 = 5$$

$$s = 16,347.568$$

$t_{n-1, \alpha/2} = t_{4, 0,025} = 2,776$ (Didapatkan dari tabel *t Distribution*)

$$Z_{\alpha/2} = \frac{Z_{0,05}}{2} = 1,96$$

Maka didapatkan :

$$hw = t_{4,0.025} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5.6)$$

$$hw = t_{4,0.025} \frac{16,347.568}{\sqrt{5}}$$

$$hw = 20,298.19$$

Setelah itu dicari nilai n' dengan menggunakan rumus untuk menentukan jumlah replikasi yang harus dilakukan. Dimana nilai *error absolute* yang digunakan adalah 5% atau sebesar 50.000 ton. Berikut adalah rumus n' yang digunakan.

$$n' = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \times s}{hw} \right]^2 \quad (5.7)$$

$$n' = \left[\frac{1.96 \times 16,347.568}{50.000} \right]^2$$

$$n' = 1.14$$

$$n' \simeq 2$$

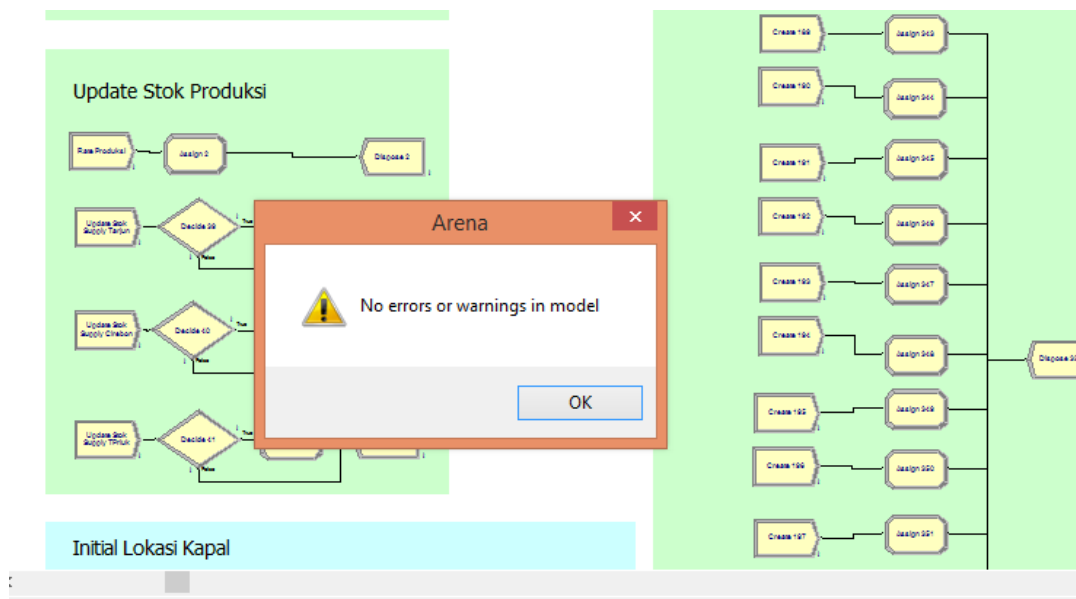
Jumlah replikasi yang didapatkan adalah 2. Namun dikarenakan dengan hasil replikasi lebih kecil dibandingkan replikasi awal maka jumlah replikasi awal yang digunakan yaitu 5 agar data lebih merepresentasikan.

5.4 Validasi dan Verifikasi

Pada subbab ini akan dilakukan validasi dan verifikasi pada model simulasi yang telah dibuat. Validasi internal (verifikasi) dan validasi eksternal merupakan proses pengujian terhadap model konseptual dan model simulasi untuk mengetahui apakah sudah merepresentasikan sistem nyata yang ada.

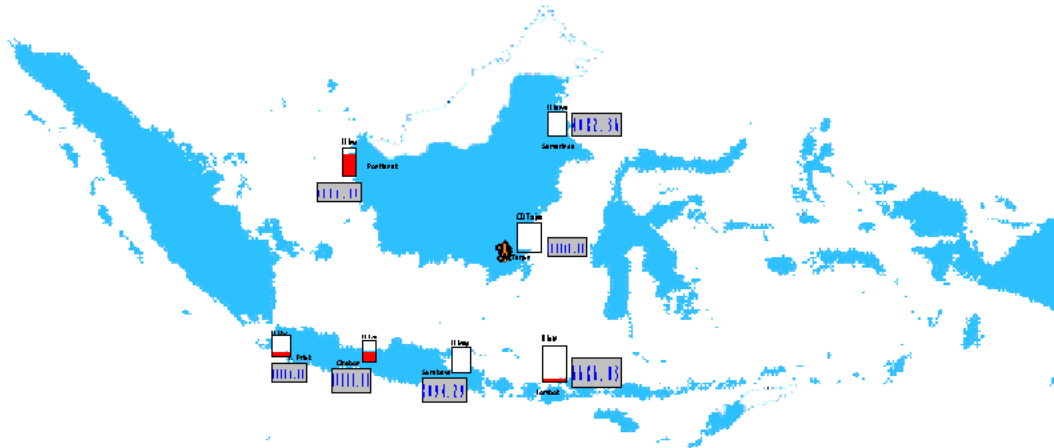
5.4.1 Verifikasi

Validasi internal (verifikasi) merupakan proses pengujian untuk membandingkan model konseptual dengan model simulasi yang ada. Pada verifikasi model ini digunakan 2 tahap yaitu pengecekan model simulasi apakah dapat di-*running* dan melihat output dari model simulasi. Pada gambar 5.12 ditunjukkan pengecekan *error* dari model simulasi.



Gambar 5. 9 Pengecekan Error Model Simulasi

Dari Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa tidak ada *error* pada model simulasi ARENA. Selanjutnya dilakukan pengecekan output yang dihasilkan oleh model simulasi. Pada tabel hasil output di lampiran dapat dilihat bahwa output yang dihasilkan telah sesuai dengan logika yang ada. Jumlah stok *supply* dan *demand* yang dihasilkan telah sesuai dengan jam, pemilihan tingkat *coverage days* terkecil untuk pelabuhan muat dan pelabuhan bongkar, serta pelabuhan yang dituju telah sesuai dengan perhitungan tujuan. Oleh karena itu model telah sesuai dengan model konseptual yang telah dibuat dan menghasilkan output yang sesuai dengan logika pembuatan. Selain melihat hasil output, proses verifikasi dapat dilihat melalui animasi pada model. Kapal akan menuju pelabuhan dengan tingkat CD terkecil. Pada Gambar 5.10 ditunjukkan animasi dari model simulasi distribusi semen curah.



Gambar 5. 10 Tampilan Animasi Model Simulasi Distribusi Semen Curah

Sesuai pada Gambar 5.10 entitas kapal yang digambarkan melalui bentuk truk menuju pelabuhan muat Tarjun yang memiliki nilai CD paling kecil yang terlihat dari animasi level terkecil dibandingkan pelabuhan Tanjung Priok dan Cirebon. Hal tersebut telah sesuai dengan logika pembuatan dimana pelabuhan muat dengan tingkat CD terkecil yang akan dipilih.

5.4.2 Validasi

Proses validasi merupakan proses pengujian model simulasi terhadap sistem pada dunia nyata. Proses ini dilakukan dengan membandingkan output hasil model simulasi dengan sistem nyata yang ada. Untuk melakukan proses validasi metode yang dapat digunakan adalah metode *Welch's Interval* dan *Paired-t Interval*. Suatu model dianggap valid jika hasil *running* model simulasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kondisi sistem pada dunia nyata.

Tabel 5. 2 Perhitungan Validasi

Replication	Waiting Time in System		Difference
	Model Simulasi	Real World	
1	982,800	914,562	68,238
2	1,011,100	1,016,968	(5,868)
3	981,400	905,507	75,893
4	992,400	1,038,938	(46,538)
5	1,017,100	1,111,510	(94,410)

Replication	Waiting Time in System		Difference
	Model Simulasi	Real World	
<i>Sample Standard Deviation</i>	996,960	997,497	(537)
<i>Sample Variation</i>	16,348	87,229	73,362
<i>Variance</i>	267,243,000	7,608,895,714	5,382,002,940

Untuk melakukan validasi menggunakan metode *Paired-t Interval* dilakukan perhitungan H_w terlebih dahulu.

Uji hipotesis,

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Diketahui data,

$$\alpha = 5\%$$

$$n = 5$$

$$t_{9,0.025} = 2.7764$$

$$S(x_1 - x_2) = 73,362$$

$$H_w = \frac{[t_{n-1,\alpha/2}]s}{\sqrt{n}}$$

$$H_w = \frac{2.7764}{\sqrt{5}}$$

$$H_w = 91,091.12$$

Sehingga *confidence interval* untuk data tersebut adalah

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - H_w \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + H_w$$

$$-537 - (91,091.12) \leq \mu_1 - \mu_2 \leq -537 + 91,091.12$$

$$-91,628.2 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 90,554.07$$

Jika terdapat nilai 0 pada interval yang telah dihitung dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua sistem. Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa terdapat nilai 0 diantara interval sehingga model simulasi dapat dikatakan valid.

BAB VI

EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

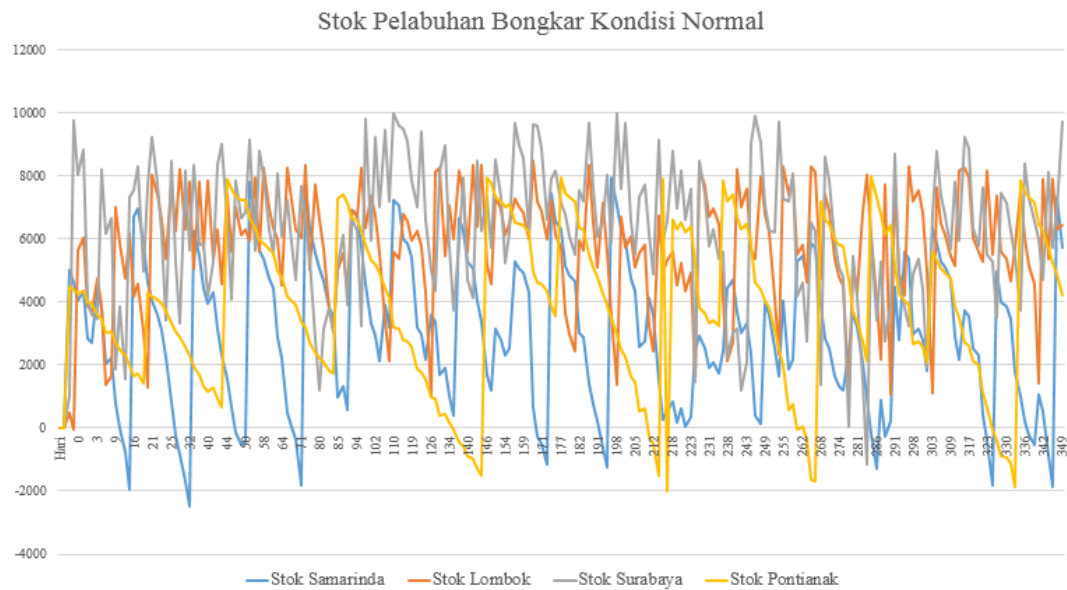
Pada bab ini dilakukan eksperimen terhadap model simulasi yang telah dibuat. Eksperimen dilakukan untuk setiap skenario alternatif yang ada. Kemudian hasil dari skenario-skenario tersebut dianalisis. Analisis dilakukan untuk menentukan skenario terbaik untuk menentukan jumlah dan kapasitas kapal.

6.1 Eksperimen

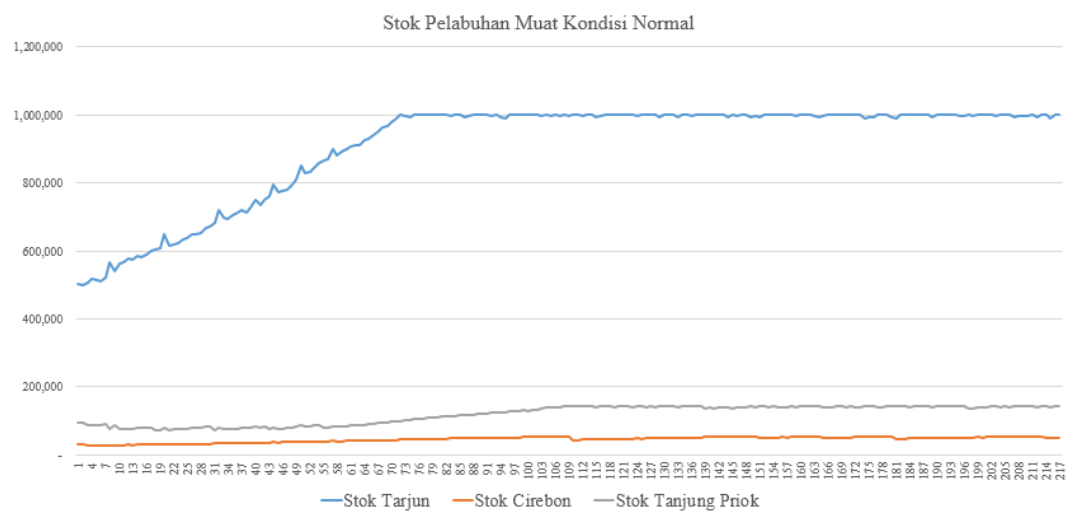
Pada subbab ini akan dilakukan skenario-skenario alternatif yang telah ditentukan. Terdapat tiga skenario yang dilakukan yaitu penentuan jumlah kapal yang optimal, kebutuhan jumlah kapal ketika memperhatikan *maintenance*, dan penggunaan aturan kegiatan *maintenance*.

6.1.1 Skenario Jumlah Kapal Optimal

Percobaan ini dilakukan untuk mengevaluasi jumlah kapal yang optimal untuk mendistribusikan kapal pada tahun 2017. Kondisi awal jumlah kapal yaitu 6 disimulasikan untuk dilihat hasil performansi dari setiap pelabuhan bongkar. Akan dilakukan penambahan dan pengurangan jumlah kapal untuk menentukan jumlah optimal kapal dalam mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*. Proses penambahan dan pengurangan dilakukan dengan mengubah nilai *max arrival* pada modul *create*. Untuk menentukan melakukan penentuan penambahan atau pengurangan jumlah kapal terlebih dahulu dilakukan evaluasi terhadap kondisi normal. Pada kondisi normal terdapat enam armada kapal yaitu dua kapal kapasitas 3.200 (Belini 7 dan Belini 9), kapal kapasitas 4.500 (Fuyo), kapal kapasitas 6.500 (Jennifer), kapal kapasitas 7.500 (Tahta), dan kapal kapasitas 10.000 (Tiga Roda). Jika tidak terdapat *shortage* pada kondisi normal maka jumlah kapal akan dikurangi namun jika terdapat *shortage* maka jumlah kapal akan ditambahkan. Berdasarkan hasil *running* yang dilakukan pada kondisi normal didapatkan grafik stok untuk setiap pelabuhan bongkar ditunjukkan pada Gambar 6.1 dan stok pada pelabuhan muat ditunjukkan pada Gambar 6.2



Gambar 6. 1 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Kondisi Normal



Gambar 6. 2 Grafik Stok Pelabuhan Muat Kondisi Normal

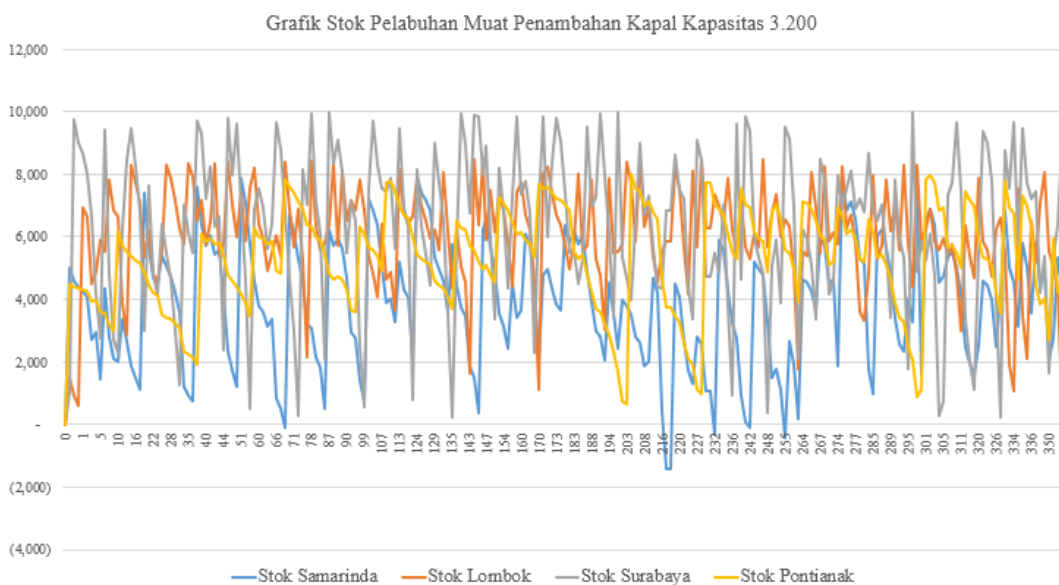
Pada Gambar 6.1 dapat dilihat bahwa masih terdapat *shortage* pada pelabuhan Samarinda dan Lombok. Oleh karena itu dilakukan eksperimen penambahan jumlah kapal untuk mendapatkan jumlah kapal yang optimal dalam mendistribusikan semen curah.

1. Penambahan Satu Kapal

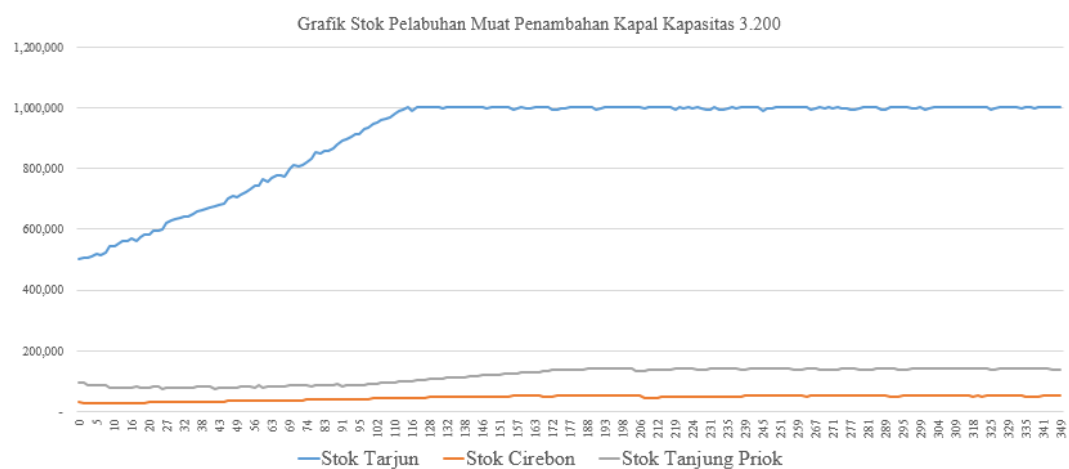
Pada tahap ini dilakukan eksperimen dengan menambahkan satu kapal untuk mendistribusikan semen curah. Penambahan dilakukan untuk masing-masing kapasitas. Hasil dari penambahan jumlah kapal akan dijelaskan berikut.

a. Kapal Kapasitas 3.200

Pada Gambar 6.3 ditunjukkan stok pelabuhan bongkar dan pada Gambar 6.4 ditunjukkan stok pada pelabuhan muat hasil dari *running* skenario penambahan 1 kapal dengan kapasitas 3.200.



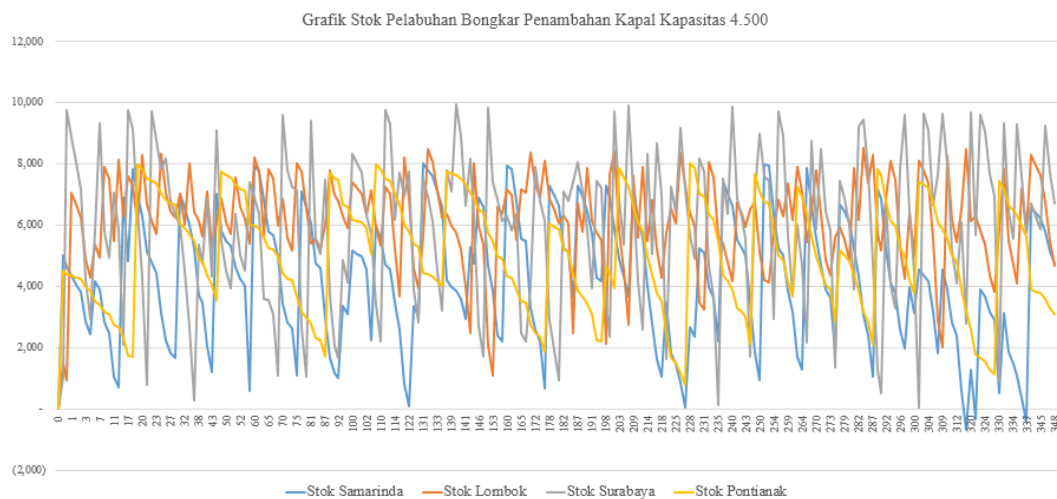
Gambar 6. 3 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 3200



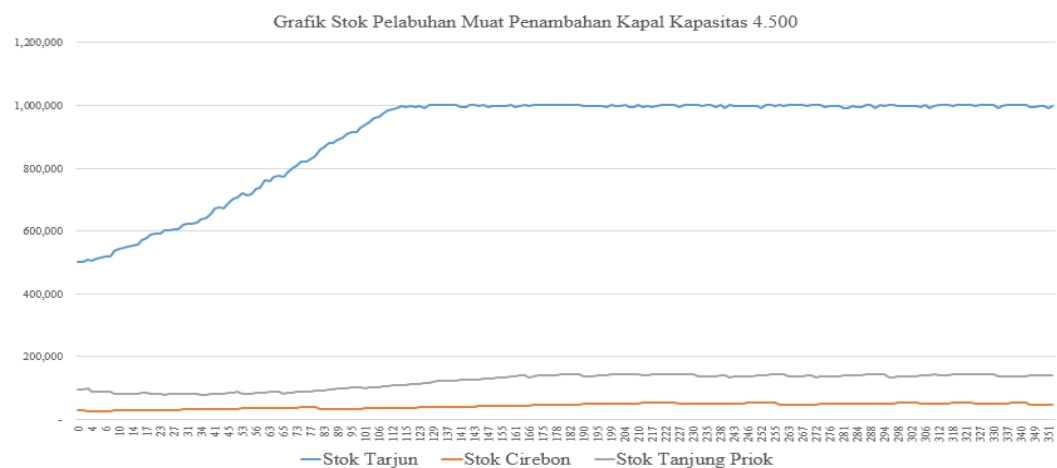
Gambar 6. 4 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 4.500

b. Penambahan Kapal Kapasitas 4.500

Pada Gambar 6.5 ditunjukkan stok pelabuhan bongkar dan pada Gambar 6.6 ditunjukkan stok pada pelabuhan muat hasil dari *running* skenario penambahan 1 kapal dengan kapasitas 4.500



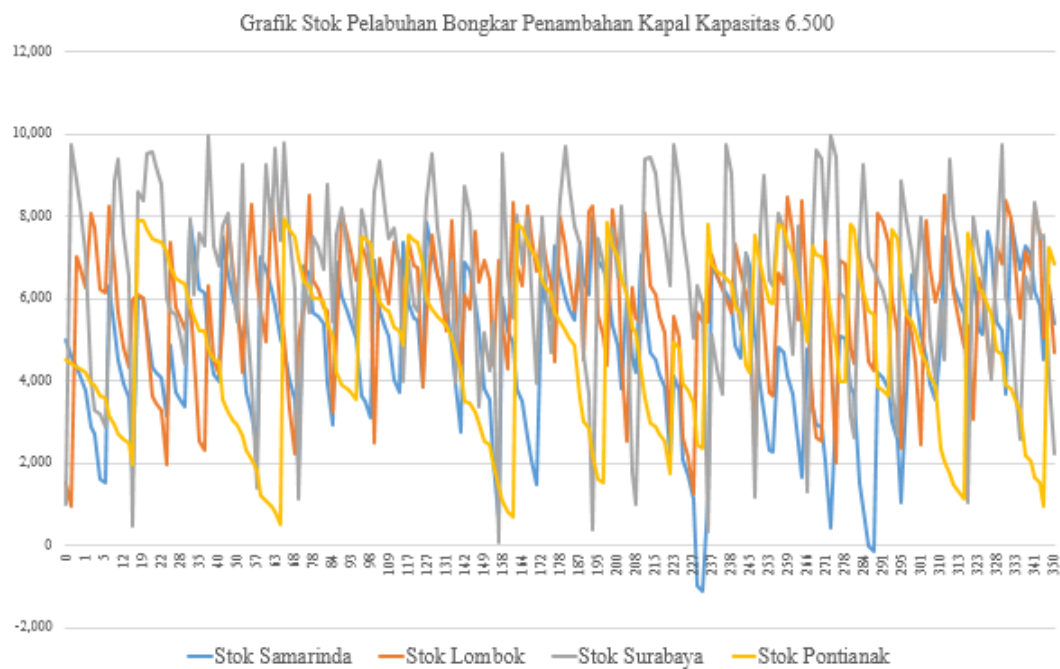
Gambar 6. 5 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 4.500



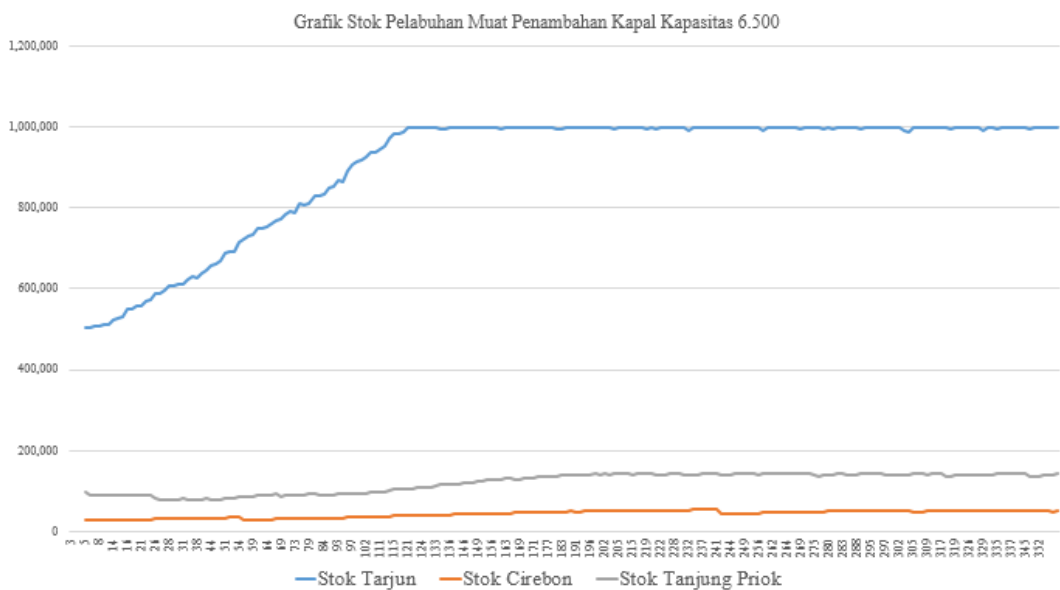
Gambar 6. 6 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 4.500

c. Penambahan Kapal Kapasitas 6.500

Pada Gambar 6.7 ditunjukkan stok pelabuhan bongkar dan pada Gambar 6.8 ditunjukkan stok pada pelabuhan muat hasil dari *running* skenario penambahan 1 kapal dengan kapasitas 6.500.



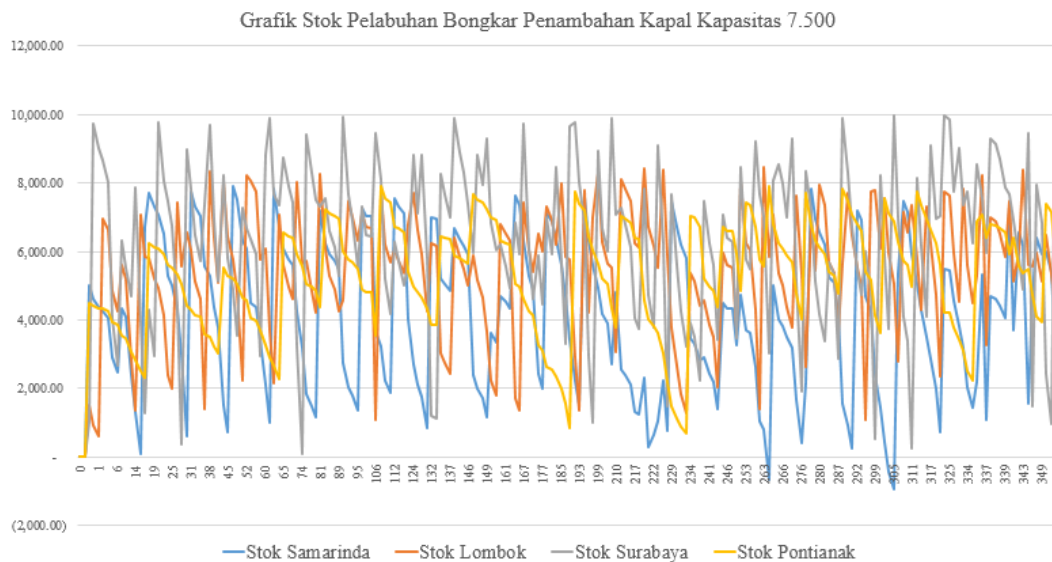
Gambar 6. 7 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 6.500



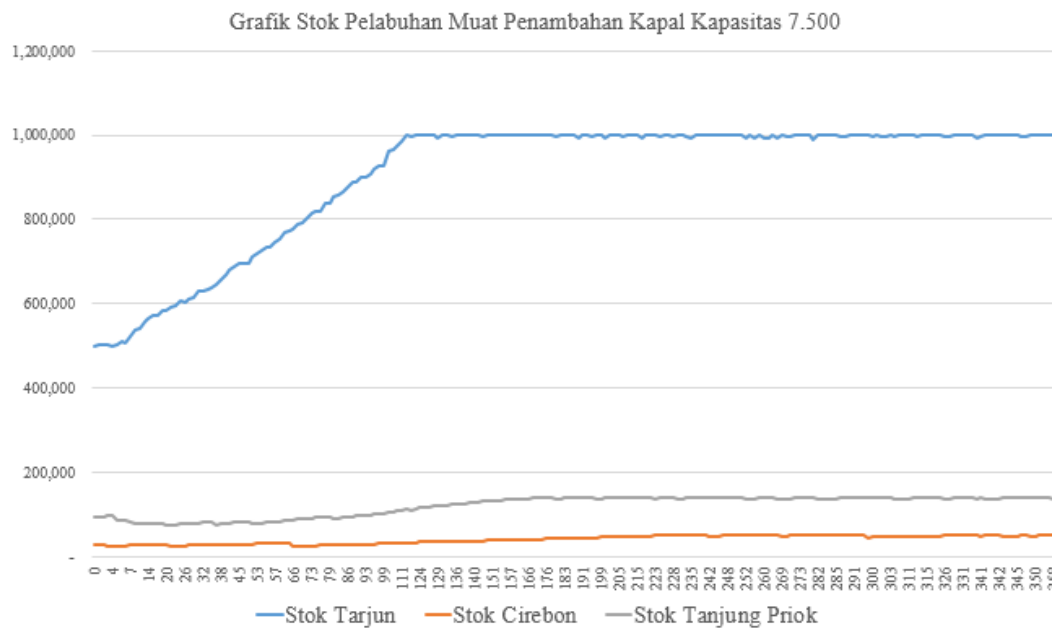
Gambar 6. 8 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 6.500

d. Penambahan Kapal Kapasitas 7.500

Pada Gambar 6.9 ditunjukkan stok pelabuhan bongkar dan pada Gambar 6.10 ditunjukkan stok pada pelabuhan muat hasil dari *running* skenario penambahan 1 kapal dengan kapasitas 7.500



Gambar 6. 9 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Kapal Kapasitas 7.500



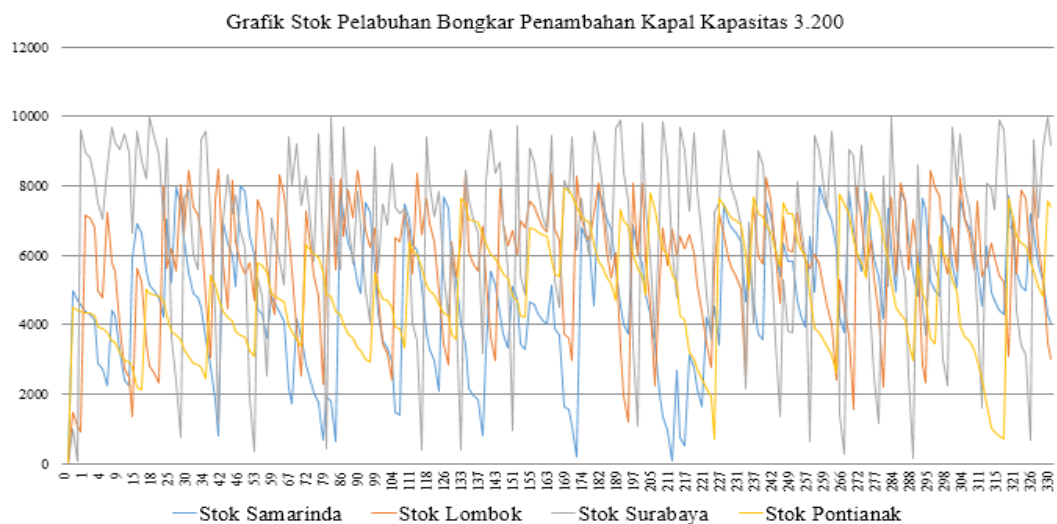
Gambar 6. 10 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Kapal Kapasitas 7.500

2. Penambahan Dua Kapal

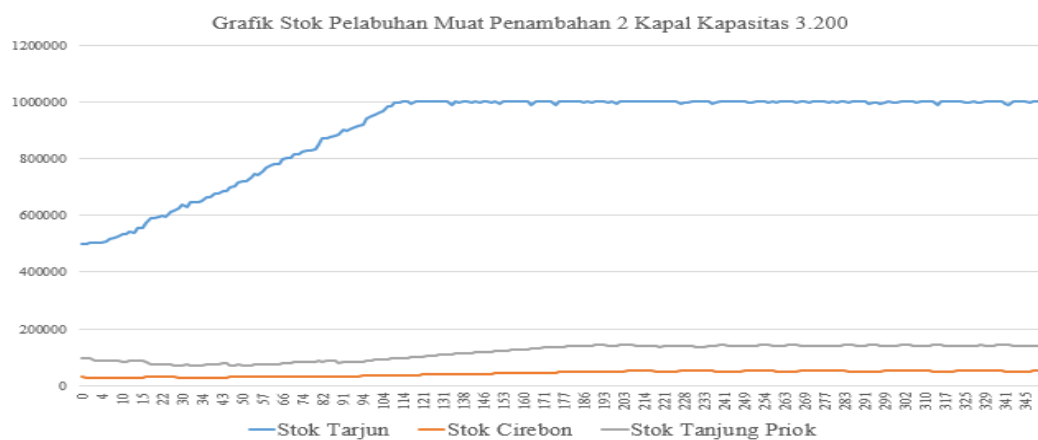
Pada tahap ini dilakukan eksperimen dengan menambahkan dua kapal untuk mendistribusikan semen curah. Penambahan dilakukan untuk masing-masing kapasitas. Hasil dari penambahan jumlah kapal akan dijelaskan berikut.

a. Penambahan Kapal Kapasitas 3.200

Pada Gambar 6.11 ditunjukkan stok pelabuhan bongkar dan pada Gambar 6.12 ditunjukkan stok pada pelabuhan muat hasil dari *running* skenario penambahan 2 kapal dengan kapasitas 3.200.



Gambar 6. 11 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan 2 Kapal Kapasitas 3.200



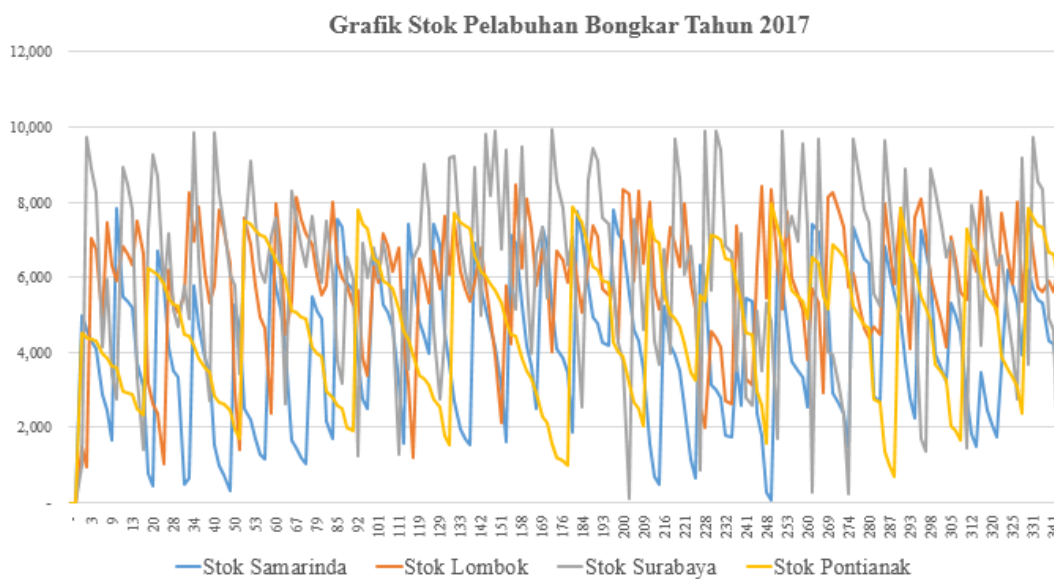
Gambar 6. 12 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan 2 Kapal Kapasitas 3.200

6.1.2 Skenario *Maintenance*

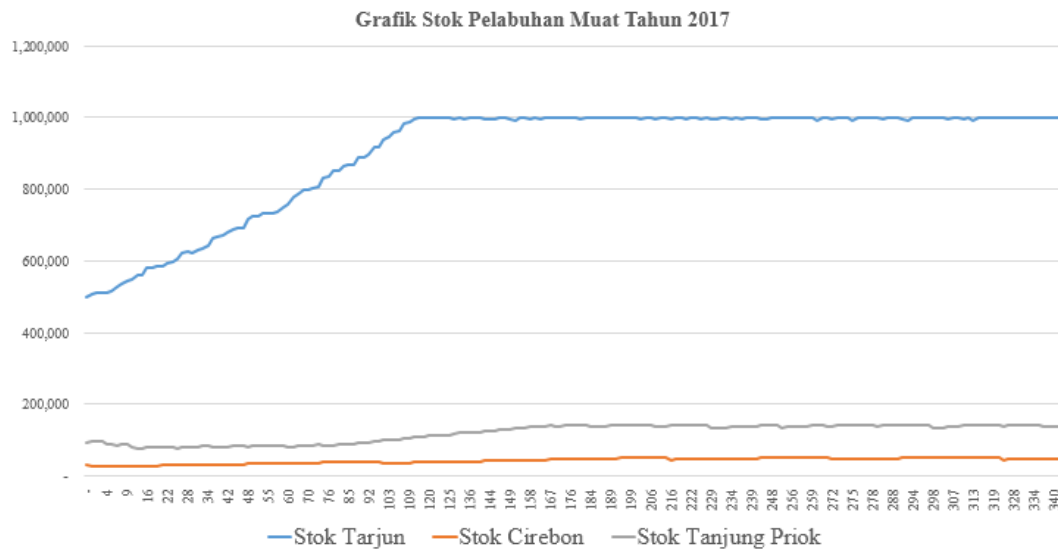
Pada percobaan ini kegiatan perawatan *overhaul* yang membutuhkan waktu selama 30 hari diperhatikan. Lama waktu simulasi dilakukan selama 5 tahun yaitu tahun 2017-2021. Waktu 5 tahun dipilih untuk memperlihatkan semua kejadian *maintenance* dari masing-masing kapal. Jumlah kapal optimal yang telah didapatkan oleh skenario 1 yaitu 8 kapal dievaluasi kembali untuk melihat dengan adanya kegiatan *maintenance* jumlah kapal tersebut sudah cukup atau belum. Dengan menguji semua jenis kapal maka dapat dilihat kapan kebutuhan kapal akan meningkat. Waktu *docking* untuk setiap kapal akan disesuaikan dengan jadwal *maintenance* yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Berikut adalah hasil simulasi untuk setiap tahunnya.

1. Tahun 2017

Pada tahun pertama yaitu 2017 terdapat satu kapal yang dijadwalkan untuk melakukan *docking* yaitu kapal dengan kapasitas 3.200 (Belini 9). Kegiatan *maintenance* dilakukan pada Juli 2017. Oleh karena itu pada entitas kapal Belini 9 nilai *docking* yang diberikan adalah 4.321. Pada Gambar 6.13 dan Gambar 6.14 ditunjukkan hasil simulasi dari tahun pertama.



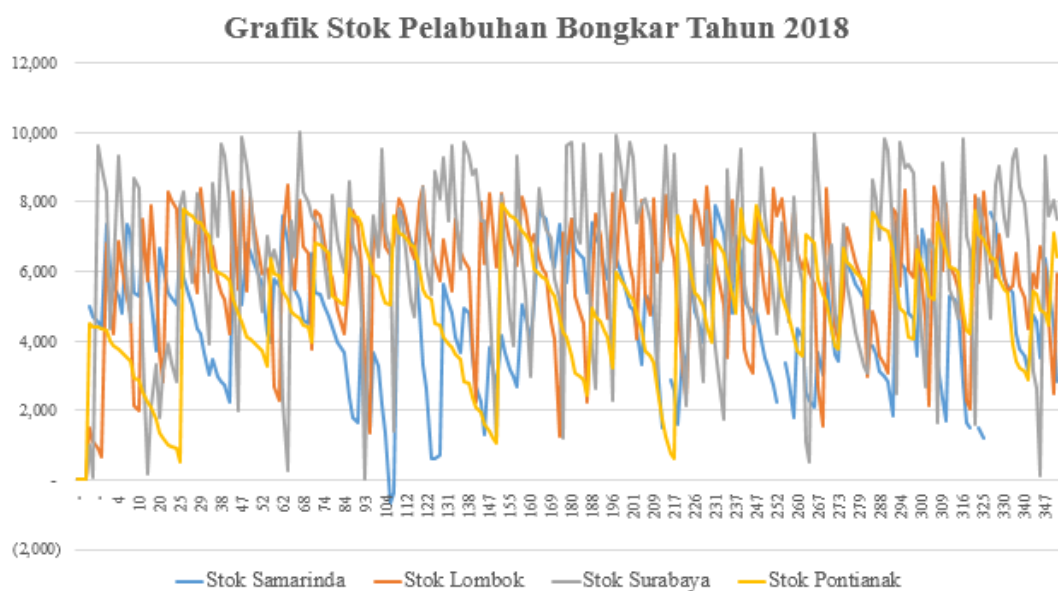
Gambar 6. 13 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2017



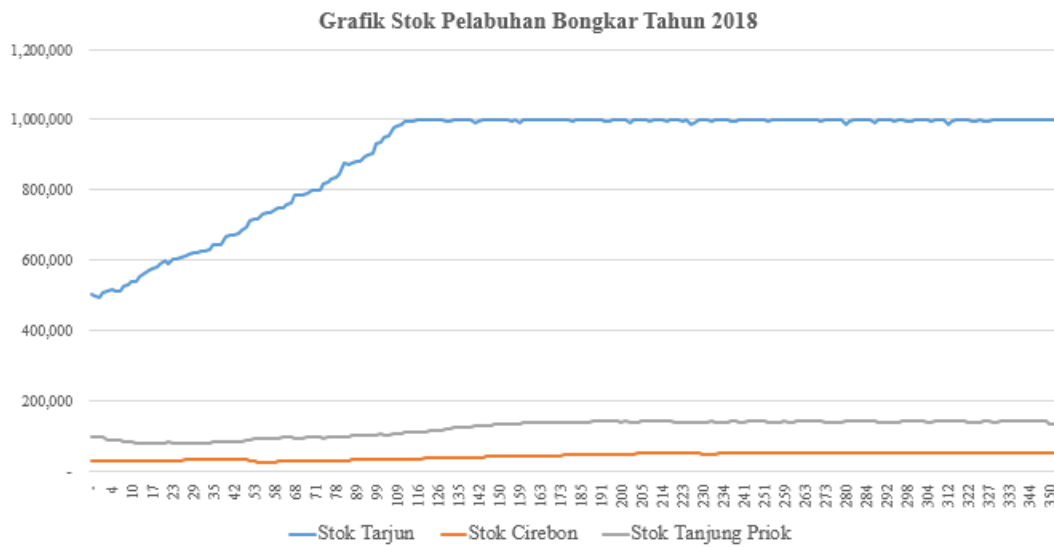
Gambar 6. 14 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2017

2. Tahun 2018

Pada tahun 2018 kapal Jennifer dengan kapasitas 6.500 dijadwalkan untuk melakukan *docking* pada Bulan Maret. Oleh karena itu nilai *docking* yang diberikan pada entitas jennifer adalah 10.081. Pada Gambar 6.15 dan Gambar 6.16 ditunjukkan hasil simulasi dari tahun kedua.



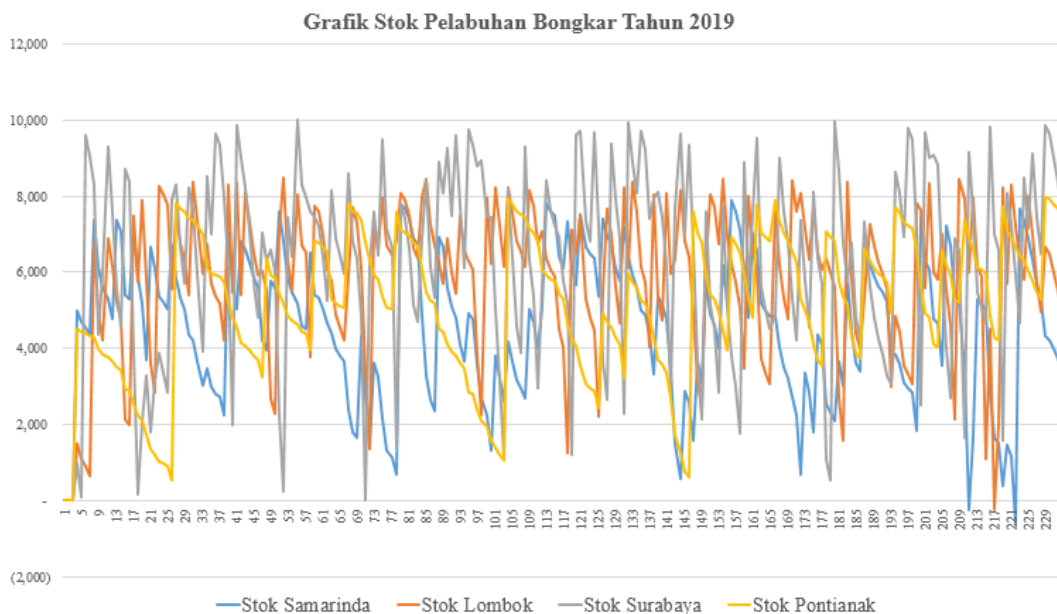
Gambar 6. 15 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2018



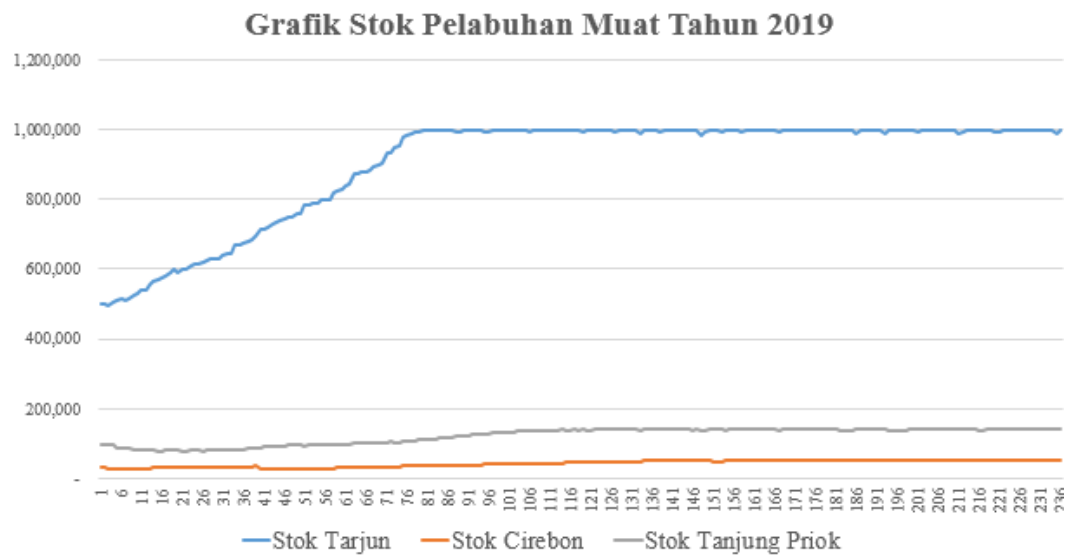
Gambar 6. 16 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2018

3. Tahun 2019

Pada tahun 2019 kapal Fuyo dengan kapasitas 4.500 dijadwalkan untuk melakukan *docking* pada Bulan Oktober. Oleh karena itu nilai *docking* yang diberikan pada entitas Fuyo adalah 23.041. Pada Gambar 6.17 dan Gambar 6.18 ditunjukkan hasil simulasi dari tahun ketiga.



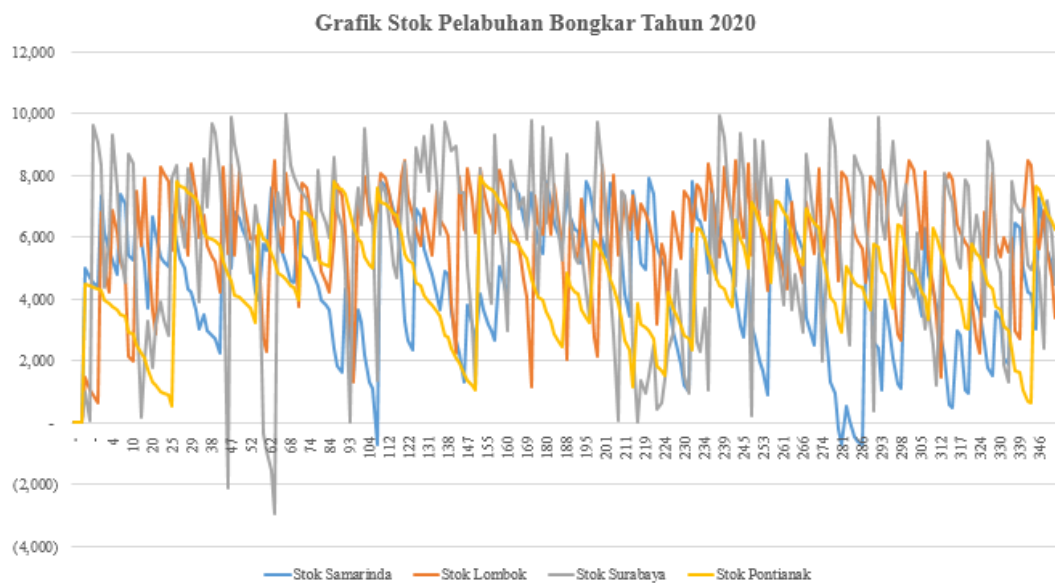
Gambar 6. 17 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2019



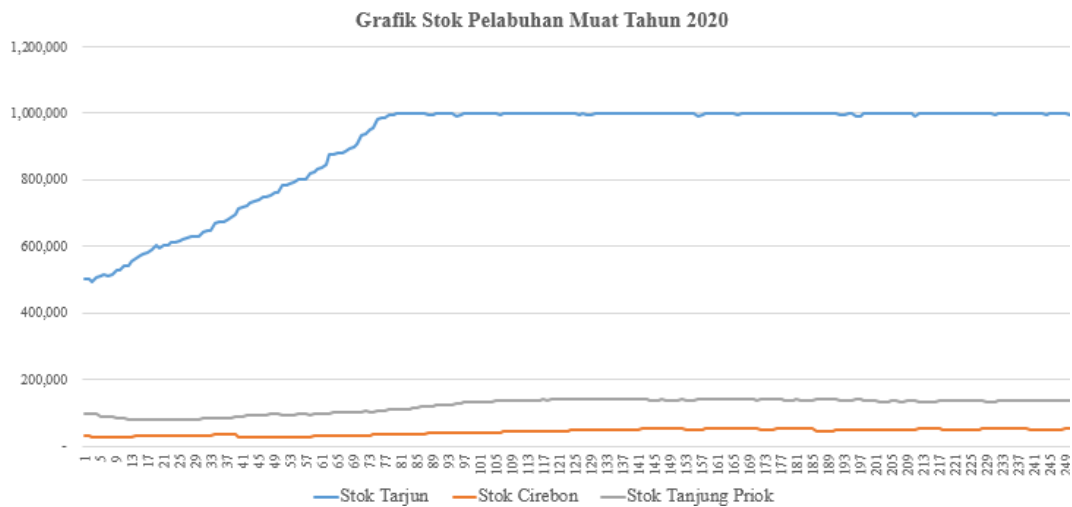
Gambar 6. 18 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2019

4. Tahun 2020

Pada tahun 2020 kapal Tiga Roda dengan kapasitas 10.000 dijadwalkan untuk melakukan *docking* pada Bulan Februari. Oleh karena itu nilai *docking* yang diberikan pada entitas Tiga Roda adalah 26.641. Pada Gambar 6.19 dan Gambar 6.20 ditunjukkan hasil simulasi dari tahun keempat.



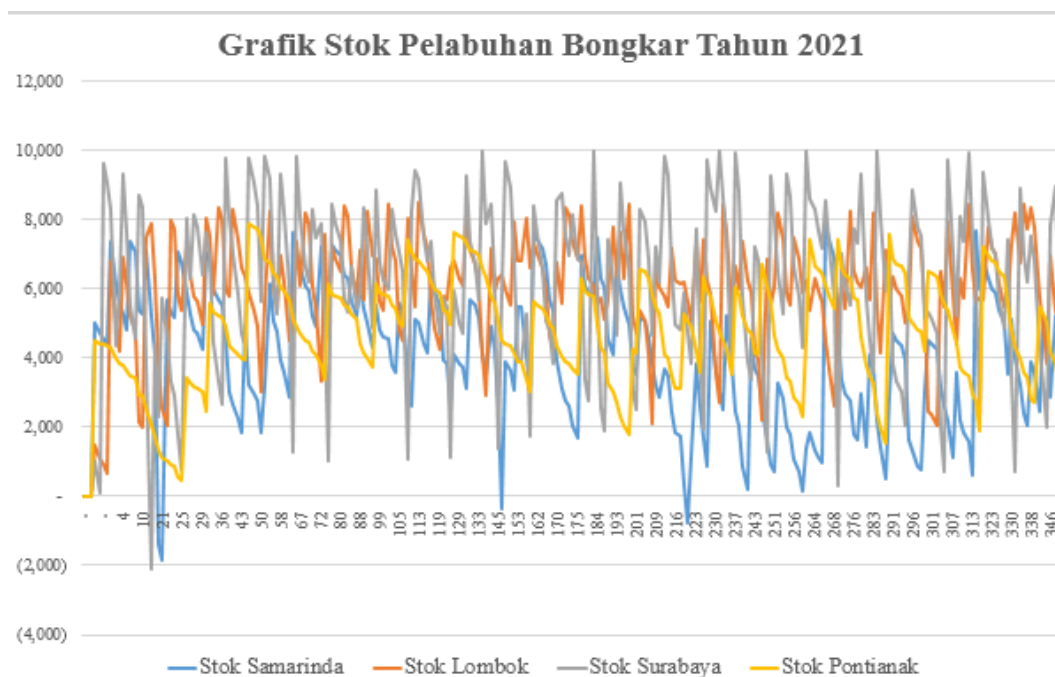
Gambar 6. 19 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2020



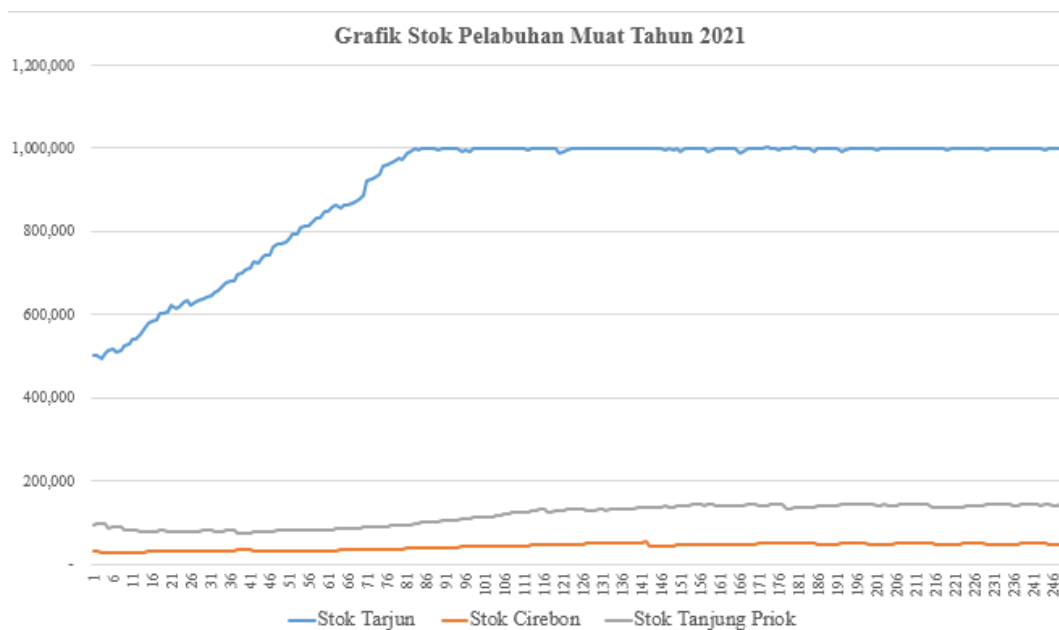
Gambar 6. 20 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2020

5. Tahun 2021

Pada tahun 2021 terdapat dua kapal yang dijadwalkan untuk melakukan *docking* yaitu kapal Belini 7 dengan kapasitas 3.200 dan Tahta dengan kapasitas 6.500. Oleh karena itu nilai *docking* yang diberikan pada entitas Belini 7 adalah 38.161 sedangkan Tahta adalah 34.561. Pada Gambar 6.21 dan Gambar 6.22 ditunjukkan hasil simulasi dari tahun kelima.

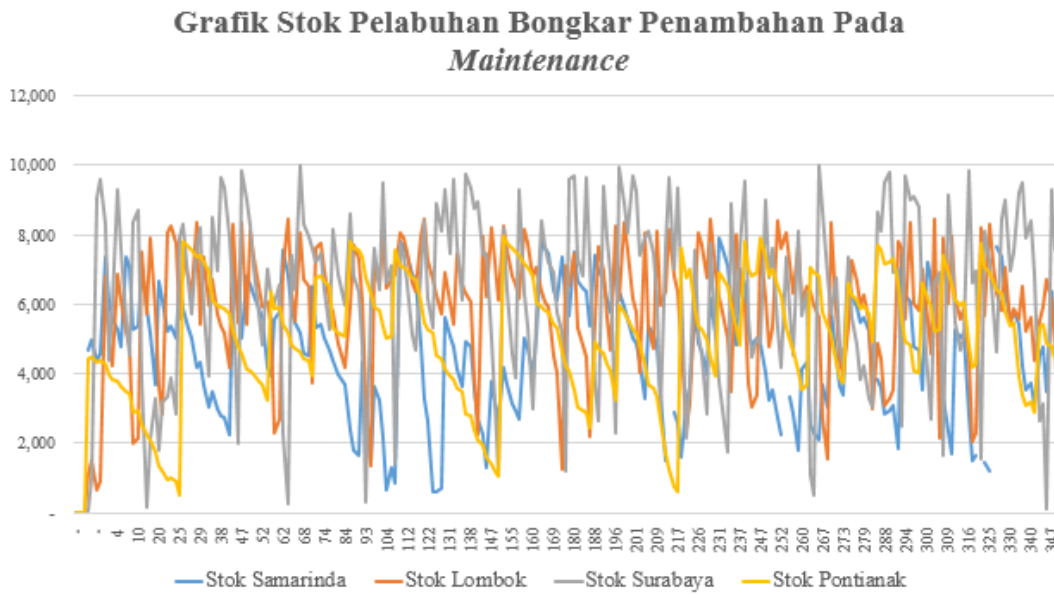


Gambar 6. 21 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Tahun 2021

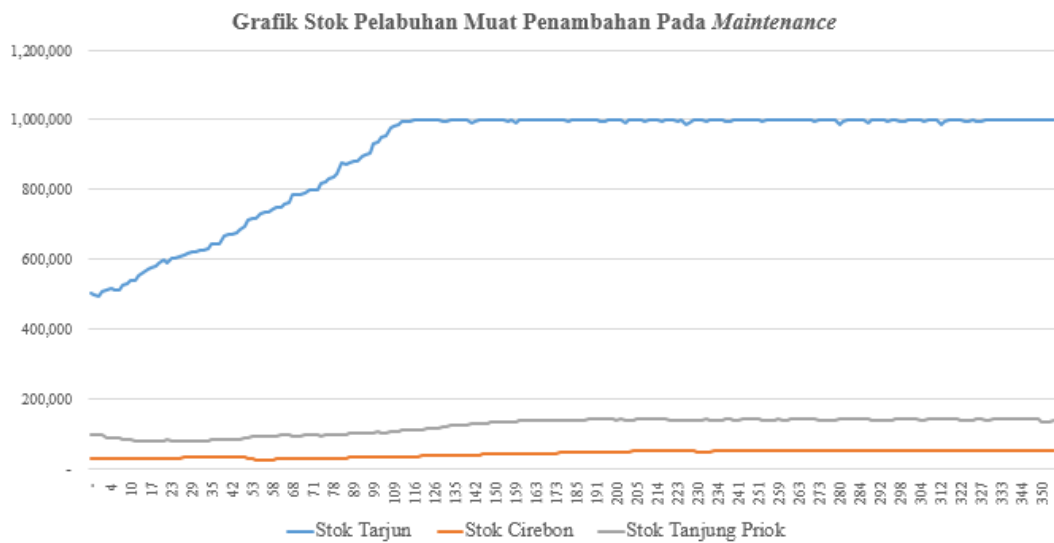


Gambar 6. 22 Grafik Stok Pelabuhan Muat Tahun 2021

Dari eksperimen yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa *shortage* terjadi pada tahun 2018, 2019, 2020, dan 2011. Hal tersebut terjadi karena dengan adanya kegiatan *maintenance* pada Belini 7, Fuyo, Tahta, Jennifer, dan Tiga Roda maka 8 kapal tidak cukup untuk mendistribusikan semen curah. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan kembali jumlah kapal yang optimal untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage* pada pelabuhan bongkar. Penambahan kapal dilakukan dengan menambahkan kapal dengan kapasitas terkecil. Pada Gambar 6.23 ditunjukkan grafik stok pelabuhan bongkar dengan adanya penambahan kapal kapasitas 3.200 pada saat tahun 2021. Pengujian dilakukan pada tahun 2021 dikarenakan pada tahun tersebut terdapat 2 kapal yang perlu di-*maintenance*.

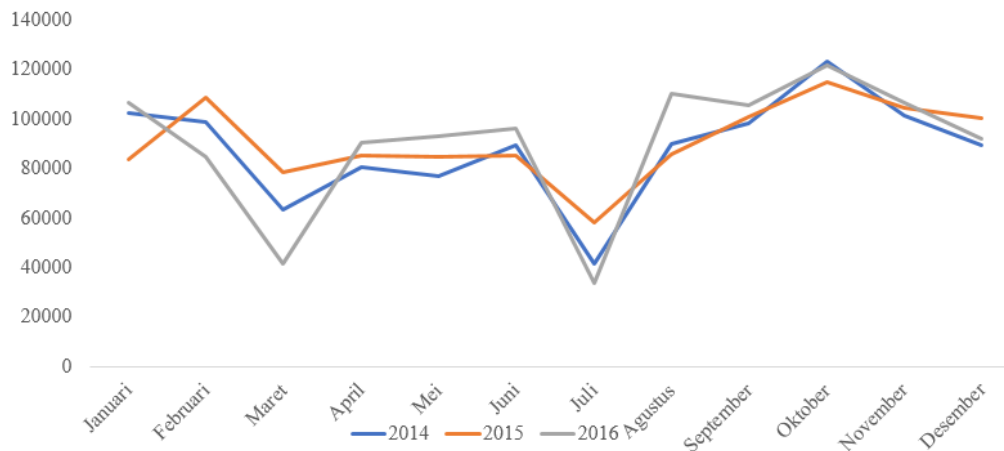


Gambar 6. 23 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Penambahan Pada *Maintenance*



Gambar 6. 24 Grafik Stok Pelabuhan Muat Penambahan Pada *Maintenance*

Kemudian hasil skenario jumlah optimal kapal pada skenario akan diuji kembali dengan menggunakan aturan *maintenance* pada saat permintaan semen curah sedang rendah (*offpeak season*) dan saat permintaan semen sedang tinggi (*peak season*). Untuk itu perlu terlebih dulu diketahui tren permintaan semen curah PT Indocement. Pada Gambar 6.27 ditunjukkan permintaan semen curah PT Indocement.

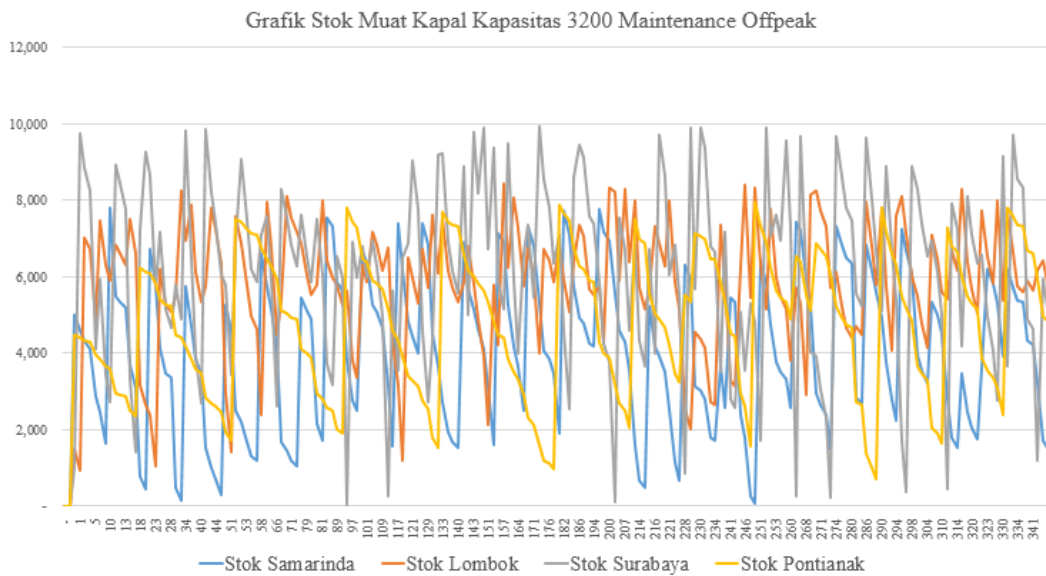


Gambar 6. 25 Grafik Permintaan Semen Curah PT Indocement Tahun 2014-2016

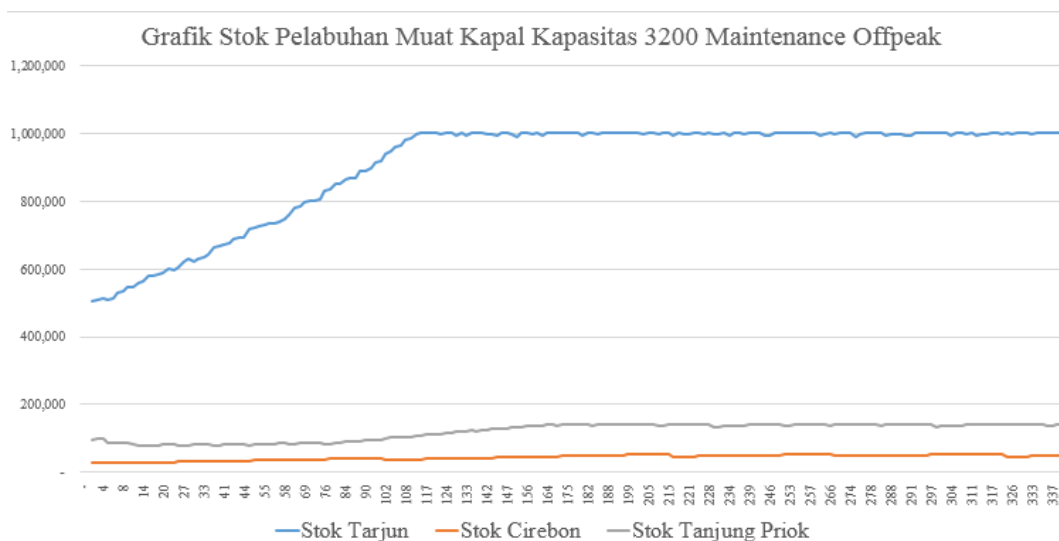
Dari Gambar 6.27 dapat dilihat bahwa penurunan permintaan semen curah terjadi pada bulan Maret dan Juli. Bulan dengan tingkat permintaan yang paling rendah adalah bulan Juli. Oleh karena itu bulan Juli dipilih untuk melakukan *maintenance* untuk menguji aturan *maintenance* pada musim permintaan semen sedang turun. Sedangkan permintaan meningkat pada bulan Oktober sehingga bulan Oktober dipilih untuk melihat kebutuhan jumlah kapal jika terjadi *maintenance* pada saat permintaan sedang meningkat. Berikut adalah percobaan penggunaan aturan *maintenance*.

1. Kapal Kapasitas 3.200

Pada Gambar 6.26 dan 6.27 ditunjukkan hasil grafik stok pelabuhan bongkar dan muat untuk setiap pelabuhan dengan perubahan *maintenance* dilakukan pada bulan Juli.



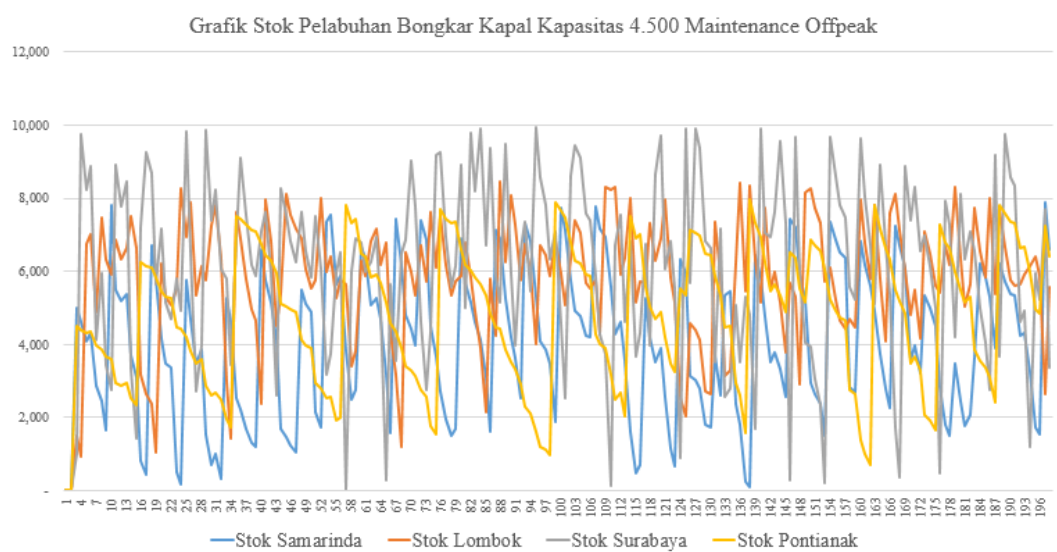
Gambar 6. 26 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada *Offpeak Season*



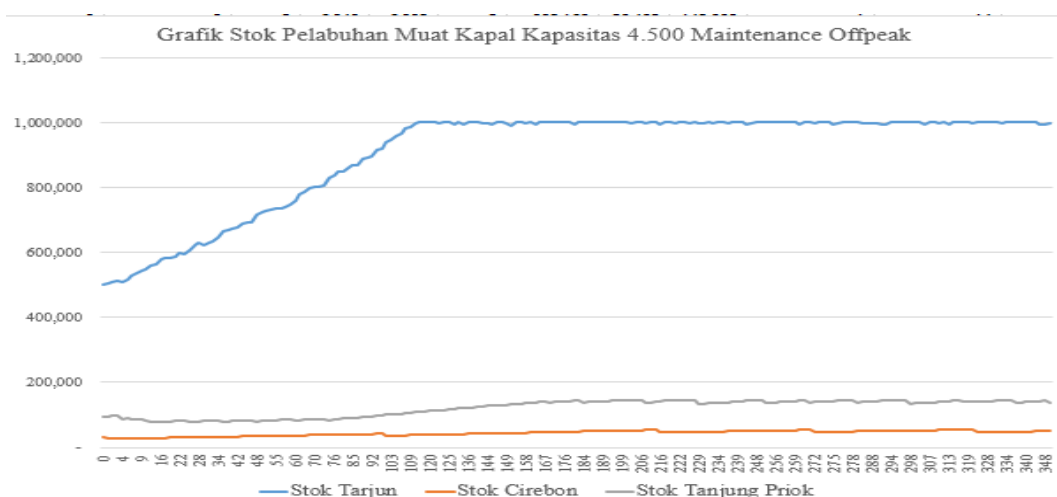
Gambar 6. 27 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada *Offpeak Season*

2. Kapal Kapasitas 4.500

Pada Gambar 6.28 dan 6.27 ditunjukkan hasil grafik stok pelabuhan bongkar dan muat untuk setiap pelabuhan jika kegiatan perawatan kapal dengan kapasitas 4.500 yaitu Fuyo dilakukan pada bulan Juli.



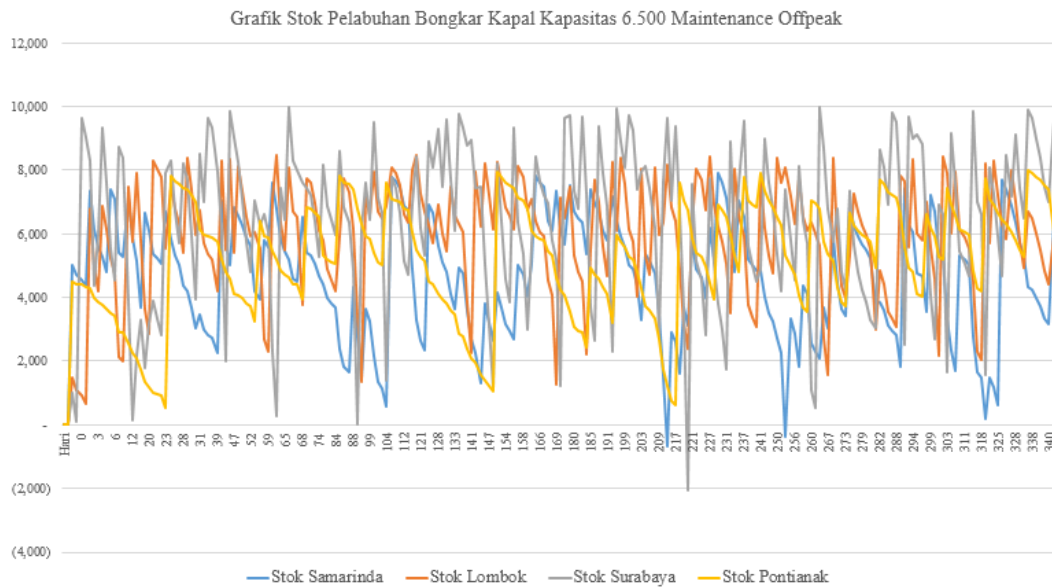
Gambar 6. 28 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 4.500 Dilakukan Pada *Offpeak Season*



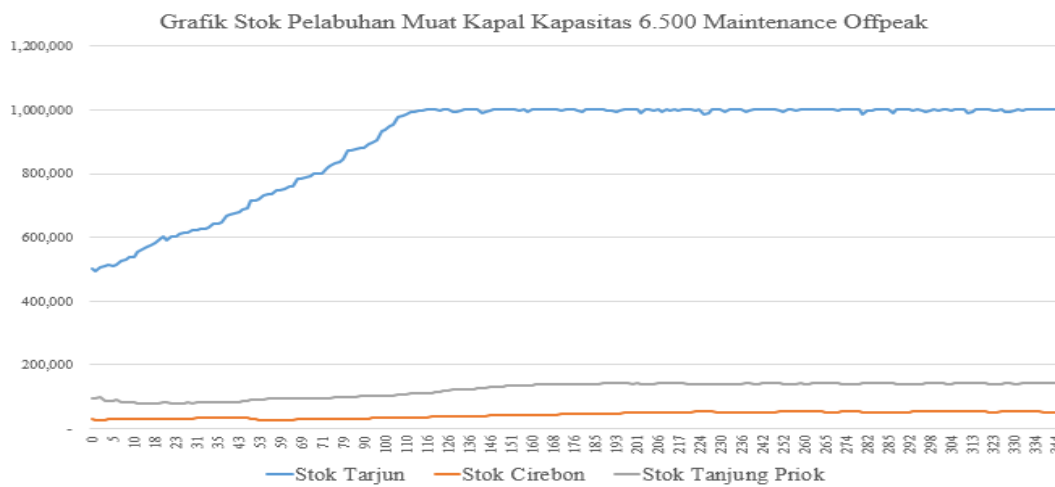
Gambar 6. 29 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 4.500 Dilakukan Pada *Offpeak Season*.

3. Kapal Kapasitas 6.500

Pada Gambar 6.28 dan 6.27 ditunjukkan hasil grafik stok pelabuhan bongkar dan muat untuk setiap pelabuhan jika kegiatan perawatan kapal dengan kapasitas 6.500 yaitu Jennifer dilakukan pada bulan Juli.



Gambar 6. 30 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 7.500 Dilakukan Pada *Offpeak Season*

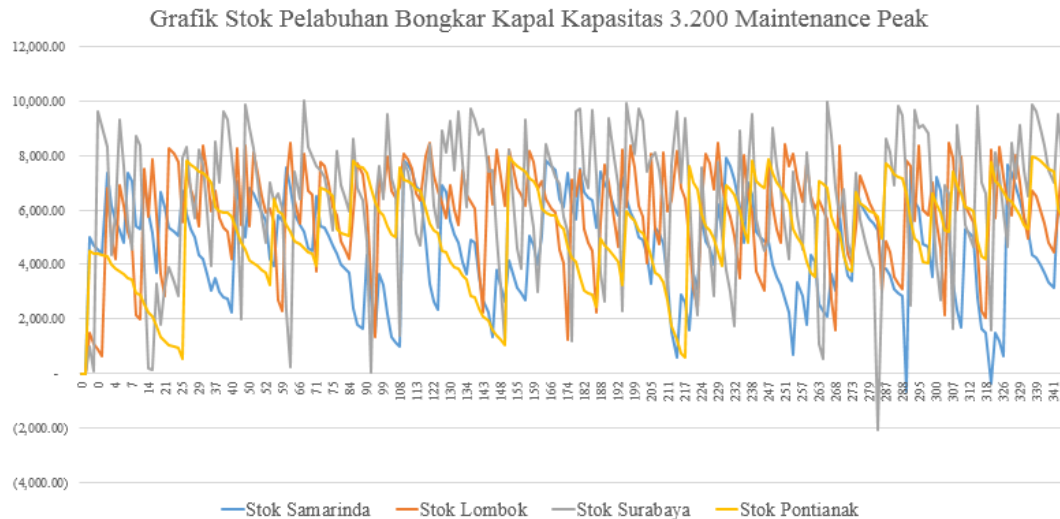


Gambar 6. 31 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 7.500 Dilakukan Pada *Offpeak Season*

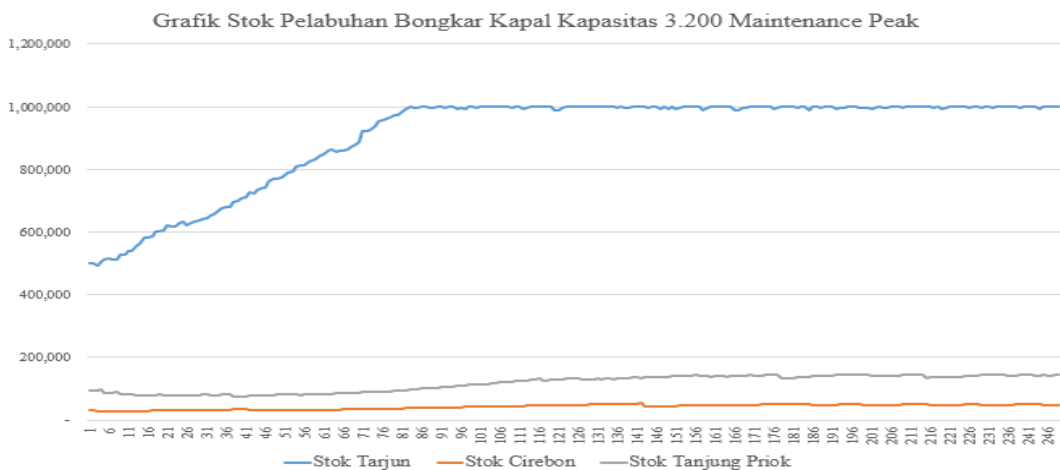
Setelah melakukan percobaan pada perubahan kegiatan *maintenance* pada saat permintaan sedang turun kemudian dilakukan percobaan kembali jika kapal di-*maintenance* pada saat permintaan sedang *peak season*. Berikut adalah hasil perubahan kegiatan *maintenance* menjadi pada bulan Oktober.

1. Kapasitas 3.200

Pada Gambar 6.32 ditunjukkan hasil grafik stok pelabuhan bongkar dan muat untuk setiap pelabuhan jika kegiatan perawatan kapal dengan kapasitas 3.200 yaitu Belini 7 dilakukan pada bulan Juli.



Gambar 6. 32 Grafik Stok Pelabuhan Bongkar Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada *Peak Season*



Gambar 6. 33 Grafik Stok Pelabuhan Muat Jika *Maintenance* Kapal Kapasitas 3.200 Dilakukan Pada *Peak Season*

6.2 Analisa

Pada subbab ini akan dijelaskan analisa mengenai hasil eksperimen skenario-skenario yang telah dilakukan.

6.2.1 Analisa Skenario Jumlah Kapal Optimal

Setelah melakukan eksperimen jumlah kapal pada subbab 6.1 diketahui bahwa enam kapal yang digunakan pada kondisi normal masih menghasilkan *shortage*. Pada Gambar 6.1 grafik biru sebagai stok Pelabuhan Samarinda dan grafik *orange* sebagai stok Pelabuhan Lombok menghasilkan stok dibawah nilai 0. Adanya nilai stok dibawah 0 menunjukkan adanya *shortage* dikedua pelabuhan tersebut. Oleh karena itu jumlah kapal masih belum cukup untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage* pada tahun 2017. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan jumlah armada kapal untuk mengangkut semen curah.

Penambahan kapal pada model simulasi dilakukan mulai dari kapal dengan kapasitas terkecil hingga kapasitas terbesar. Pada Tabel 6.1 ditunjukkan hasil eksperimen dari penambahan jumlah kapal.

Tabel 6. 1 Hasil Eksperimen Penentuan Jumlah Kapal

No	Penambahan	Kapasitas	Shortage
1	1 Kapal	3.200	4
		4.500	3
		6.500	2
		7.500	3
		10.000	-
2	2 Kapal	3.200	0

Dari Tabel 6.1 dapat dilihat dilihat *shortage* tetap terjadi dengan adanya penambahan satu armada kapal dengan kapasitas 3.200 hingga 7.500. Kemudian dilakukan penambahan 2 kapal untuk melihat perubahan. Dari eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan menambah 2 kapal ukuran 3.200 maka stok pelabuhan bongkar dapat memenuhi permintaan yang ada sehingga tidak terjadi *shortage*. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah kapal yang optimal adalah delapan kapal yaitu 3 kapal kapasitas 3.200, 1 kapal kapasitas 4.500, 1 kapal kapasitas 6.500, 1 kapal kapasitas 7.500, dan 1 kapal 10.000. Perhitungan penambahan kapal untuk kapasitas 10.000 tidak dilakukan karena dengan melakukan penambahan dua armada kapal dengan kapasitas 3.200 biaya yang

dihasilkan lebih murah dibandingkan dengan menambahkan 1 kapal kapasitas 10.000.

6.2.2 Analisa Skenario *Maintenance*

Setelah mendapatkan jumlah optimal pada skenario 1 kemudian dilakukan pengujian kembali dengan memperhatikan kegiatan *overhaul maintenance* yang membutuhkan *docking* selama 30 hari. Simulasi dilakukan selama 5 tahun untuk menunjukkan semua *maintenance* pada kapal yang digunakan. Pada Tabel 6.2 ditunjukkan hasil percobaan dengan memperhatikan kegiatan pemeliharaan.

Tabel 6. 2 Hasil Eksperimen Dengan Memperhatikan Kegiatan Pemeliharaan

Tahun	Kapal	Kapasitas	Jadwal Pemeliharaan (jam)	Keterangan
2017	Belini 9	3.200	4.321	Tidak Terdapat <i>Shortage</i>
2018	Jennifer	7.500	10.081	<i>Shortage</i>
2019	Fuyo	4.500	23.041	<i>Shortage</i>
2020	Tiga Roda	10.000	26.641	<i>Shortage</i>
2021	Tahta	6.500	34.561	<i>Shortage</i>
	Belini 7	3.200	38.161	<i>Shortage</i>

Sesuai dengan Tabel 6.2 ditunjukkan bahwa adanya kegiatan pemeliharaan pada tahun 2018-2021 membutuhkan penambahan armada kapal. Hal tersebut dikarenakan terdapat *shortage* pada pelabuhan bongkar. Pada tahun 2017 dengan adanya *maintenance* tidak diperlukan adanya penambahan armada kapal dikarenakan tidak terjadinya *shortage*. Untuk itu perlu adanya perhitungan penambahan jumlah kapal. Perhitungan penambahan kapal dilakukan pada tahun 2021 dikarenakan pada tahun tersebut terdapat 2 kapal yang akan di-*maintenance*. Dari perhitungan yang telah dilakukan dibutuhkan penambahan satu armada kapal dengan kapasitas 3.200. Perhitungan penambahan hanya dilakukan pada kapal Tiga Roda dikarenakan dengan penambahan satu armada sudah tidak terdapat *shortage*. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat *shortage* yang lebih kecil pada kegiatan *maintenance* kapal lainnya akan dapat ditutupi dengan menambahkan satu armada kapal kapasitas 3.200. Sehingga jumlah kapal yang optimal dengan adanya

maintenance pada kapal Belini 7, Tiga Roda, Fuyo, Tahta, dan Jennifer adalah 9 kapal dimana terdapat 3 kapal kapasitas 3.200, 1 kapal kapasitas 4.500, 1 kapal kapasitas 6.500, 1 kapal kapasitas 7.500, dan 1 kapal kapasitas 10.000.

Percobaan dilakukan kembali dengan mengubah kegiatan perawatan saat musim permintaan sedang rendah. Dengan pengujian ini dapat dilihat kebutuhan jumlah kapal akan menurun atau tetap dengan adanya aturan ini. Pada tabel 6.3 ditunjukkan hasil percobaan kegiatan pemeliharaan dilakukan pada saat permintaan sedang turun.

Tabel 6. 3 Hasil Eskperimen Kegiatan *Maintenance* Pada *Offpeak Season*

No	Kapasitas	Shortage
1	3.200	0
2	4.500	0
3	6.500	1
4	7.500	-
5	10.000	-

Pada Tabel 6.3 ditunjukkan bahwa dengan mengubah kegiatan *maintenance* kapal kapasitas 3.200 dan 4.500 menjadi pada saat permintaan sedang turun maka tidak terjadi *shortage* pada pelabuhan bongkar. Sehingga tidak diperlukan penambahan armada walaupun terdapat kegiatan *maintenance*. Namun dengan mengubah kegiatan *maintenance* pada kapal kapasitas 6.500 tetap terjadi *shortage*. Perhitungan kapal dengan kapasitas 7.500 dan 10.000 tidak dilakukan karena pada kapasitas 6.500 sudah ditemukan *shortage* sehingga dapat diketahui kapasitas yang lebih besar akan menghasilkan tingkat *shortage* yang lebih besar.

Percobaan juga dilakukan dengan mengubah kegiatan *maintenance* pada saat permintaan sedang naik (*peak season*) untuk melihat perbandingannya. Dari percobaan pada kapasitas 3.200 dapat dilihat terjadi *shortage* terjadi sebanyak 3 kali yaitu pada hari ke 280, 288, dan 318. Dengan terjadinya *shortage* pada kapal dengan kapasitas terkecil mengidentifikasi bahwa kapasitas yang lebih besar akan menghasilkan jumlah *shortage* yang lebih banyak. Hal tersebut menunjukkan adanya kegiatan pemeliharaan saat permintaan sedang meningkat memberikan dampak perlunya peningkatan jumlah armada kapal untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*. Pada tabel 6.4 ditunjukkan perbedaan hasil

percobaan mengenai *maintenance* baik pada saat kondisi normal, permintaan sedang turun, dan permintaan sedang naik.

Tabel 6. 4 Perbandingan Eksperimen Dengan Memperhatikan *Maintenance*

Kapal	Kondisi Normal	Offpeak Season	Peak Season
Belini 7	<i>Shortage</i>	Tidak ada <i>shortage</i>	<i>Shortage</i>
Belini 9	Tidak ada <i>shortage</i>	Tidak ada <i>shortage</i>	<i>Shortage</i>
Tiga Roda	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>
Fuyo	<i>Shortage</i>	Tidak ada <i>shortage</i>	<i>Shortage</i>
Tahta	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>
Jennifer	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>	<i>Shortage</i>

Tabel 6.4 menunjukkan bahwa *shortage* tidak terjadi dengan merubah kegiatan *maintenance* pada kapal Belini 7 dan Fuyo menjadi saat permintaan sedang turun. Oleh karena itu sebaiknya kegiatan *maintenance* kapal Belini 7 dipercepat menjadi Juli 2020 dan Fuyo di percepat menjadi bulan Juli 2018 agar tidak dibutuhkan penambahan armada. Untuk kapal Belini 9, Tiga Roda, Tahta, dan Jennifer kegiatan *maintenance* tetap dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dikarenakan dengan memindahkan kegiatan *maintenance* pada saat permintaan sedang turun tidak memberikan dampak perubahan dari kondisi normal.

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari pengerjaan penelitian serta saran-saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah :

1. Pada tahun 2017 jumlah kapal yang optimal untuk mendistribusikan semen curah adalah 8 kapal yaitu 3 kapal kapasitas 3.200, 1 kapal kapasitas 4.500, 1 kapal kapasitas 6.500, 1 kapal kapasitas 7.500, dan 1 kapal 10.000. Dengan skenario ini maka perusahaan dapat menjaga stok di pelabuhan muat sehingga tidak terjadi *shortage*.
2. Dengan adanya kegiatan *maintenance* maka perlu dilakukan penambahan jumlah kapal pada tahun 2018, 2020, dan 2021 menjadi 9 armada kapal. Hal tersebut disebabkan oleh kegiatan *maintenance* pada kapal Jennifer, Tahta, dan Tiga Roda menyebabkan jumlah kapal pada skenario 1 tidak cukup untuk mendistribusikan semen curah agar tidak terjadi *shortage*.
3. Skenario terbaik untuk mendistribusikan semen curah PT Indocement adalah memindahkan kegiatan *maintenance* Belini 7 menjadi Juli 2020 dan Fuyo menjadi Juli 2018. Jumlah kapal yang optimal pada tahun 2017 dan 2019 adalah 8 armada kapal. Sedangkan untuk tahun 2018, 2020, dan 2021 jumlah kapal yang optimal adalah 9 armada kapal.

7.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Memperhatikan skema penyewaan *voyage charter* sehingga ketika kapal tidak cukup maka kapal tidak perlu disewa selama setahun namun hanya untuk kondisi jumlah kapal kurang.
2. Kajian keuangan dilakukan lebih spesifik agar dapat dihasilkan keputusan yang lebih baik.

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

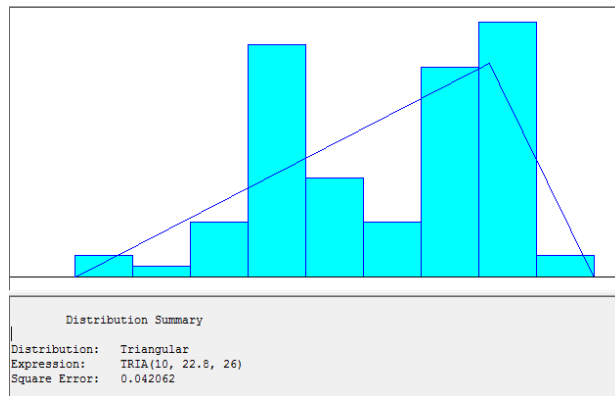
- Alitok, T., & Melamed, B. (2007). *Simulation Modeling and Analysis with ARENA*. New Jersey: Academic Press.
- Blanchard, B. (1991). *System Engineering Management*. New York: John Wiley & Sons.
- Christiansen, M., Fagerholt, K., & Nygreen, B. (2007). Maritime Transportation.
- Christiansen, M., Fagerholt, K., & Ronen, D. (2004, Februari 1). Hip Routing and Scheduling : Status and Perspectives. *Transportation Science*, 3.
- Christiansen, M., Fagerholt, K., Flatberg, T., Haugen, O., Kloster, O., & Hund, E. (2011). Maritime Inventory Routing With Multiple Products : A Case Study From The Cement Industry. *Operational Research*.
- Gosta, D. (2016, Juni 09). *Konsumsi Semen Melonjak 12.6%*. Dipetik September 15, 2016, dari koran bisnis: www.koran.bisnis.com
- Gosta, D. (2016). *Penjualan Semen Menguat 8.7%*. Jakarta: Bisnis Indonesia.
- Harrell, C., Gosh, B., & Bowden, R. (2004). *Simulation Using Promodel*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (2001). *Operation Management*. Practice Hall.
- Indocement. (2016, Oktober 21). *Plant 14 Indocement Resmi Beroperasi*. Dipetik Oktober 28, 2016, dari sementigaroda: www.sementigaroda.com
- Indocement Tunggal Prakarsa. (2016). *Overview Financial Result In 2015*. Jakarta: Indocement Tunggal Prakarsa.
- Kementrian Keuangan. (2016). *APBN 2016*.
- Law, A., & Kelton, D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis 3rd*. McGraw-Hill.
- Nurminarsih, S., Rusdiansyah, A., Siswanto, N., & Gani, A. Z. (2015). Dynamic-inventory Ship Routing Problem (D-ISRP) Model Considering Port Dwelling Time Information. *Procedia Manufacturing*.
- PT Indocement Tunggal Prakarsa. (2015). *Report Annual*. Dipetik Mei 23, 2016, dari

<http://www.indocement.co.id/userfiles/file/Annual%20Report/2014/AR%20INDOCEMENT%202014.pdf>

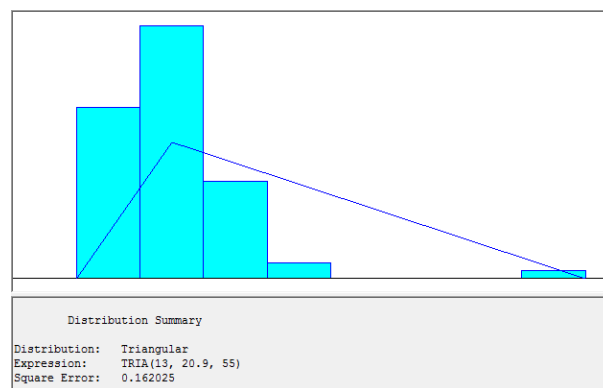
- PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. (2015). *40 Years Journey of Building Sustainable Success*. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.
- Pujawan, I. N. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Pujawan, N., Arief, M., Benny, T., & Kritchanchai, D. (2015). An Integrated Shipment Planning and Storage Capacity Decision Under Uncertainty. *Physical Distribution & Logistic Management*.
- Rifusa, A. (2010). *Analisis Faktor-faktor Permintaan Transportasi*.
- Siswanto, N., Essam, D., & Sarker, R. (2011). Solving The Ship Inventory Routing and Scheduling Problem with Undedicated Compartments. *Computers and Industrial Engineering*.
- Tupper, E. (2013). Introduction to Naval Architecture.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2004). *World Investment Report 2004 : The Shift Towards Services*. United Nations New York and Geneva.
- White, J. (2015, Agustus 06). *Tranportation*. Dipetik September 23, 2016, dari dlca.logcluster.org: www.dlca.logcluster.org

LAMPIRAN

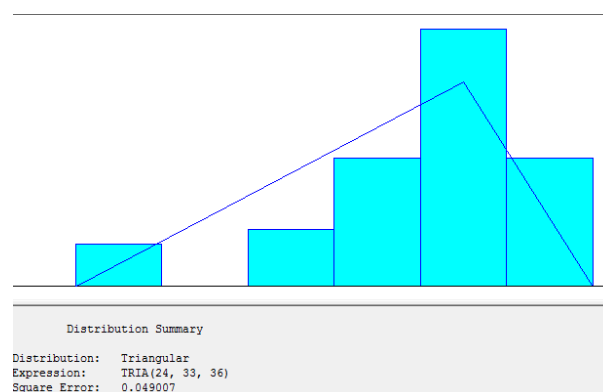
HASIL *FITTING DISTRIBUTION*



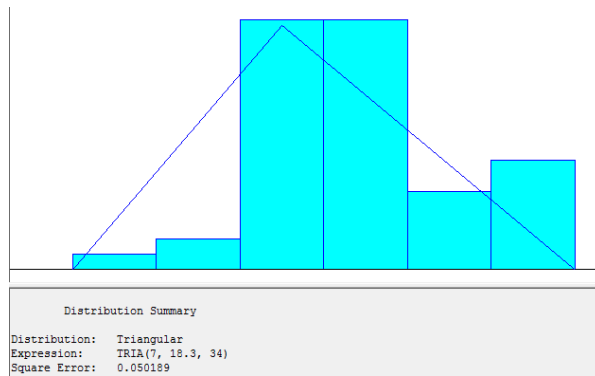
Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Belini 7



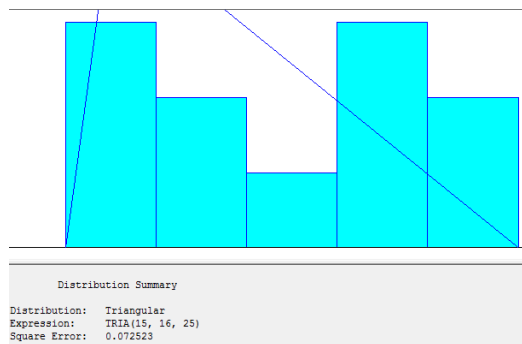
Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Belini 9



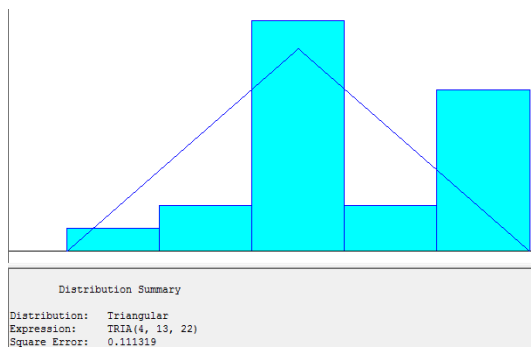
Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Tiga Roda



Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Fuyo



Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Jennifer

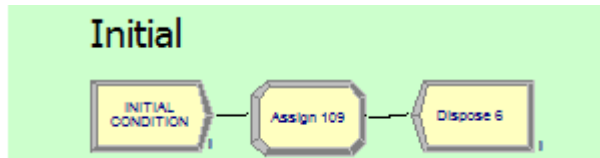


Gambar *Fitting Distribution* Kecepatan Tahta

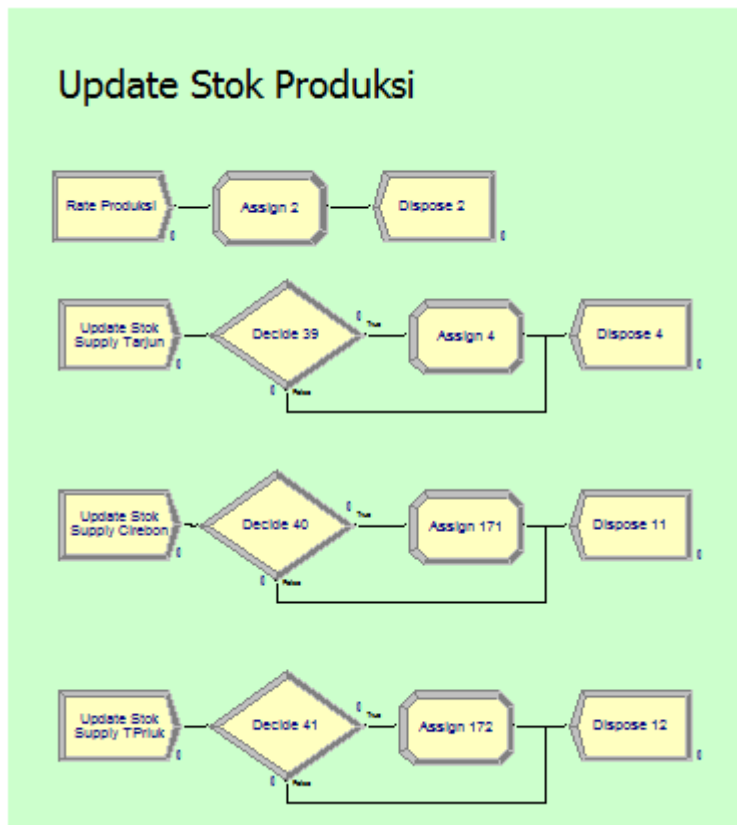
LAMPIRAN 2

MODEL SIMULASI

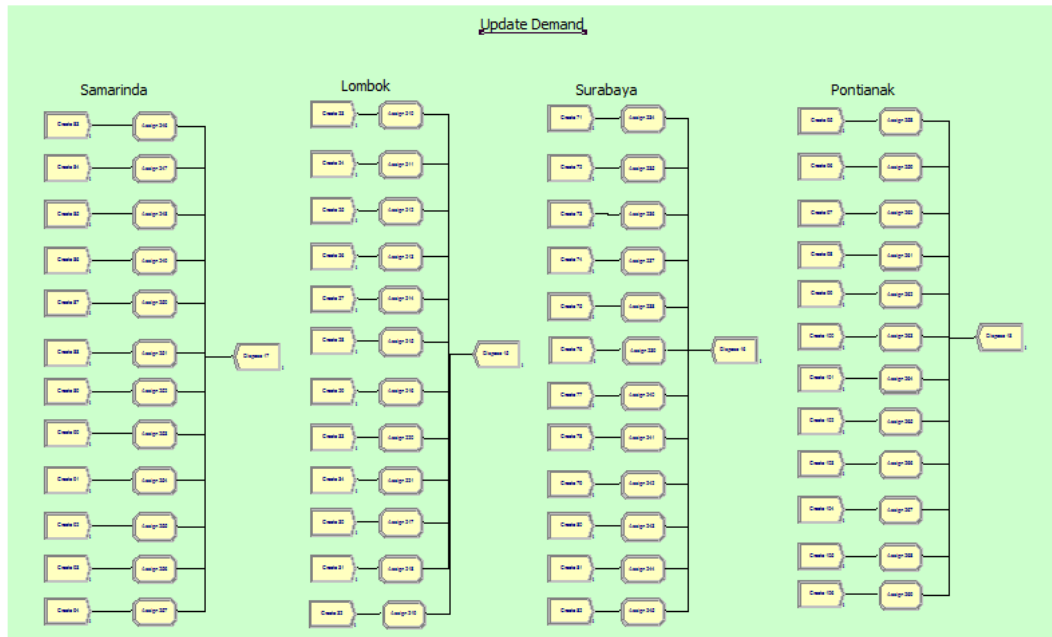
Submodel Kondisi Awal



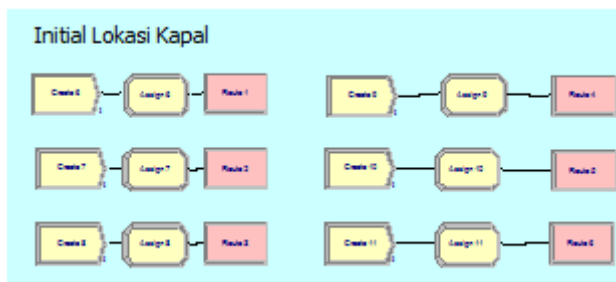
Submodel Update Stok Pelabuhan Muat



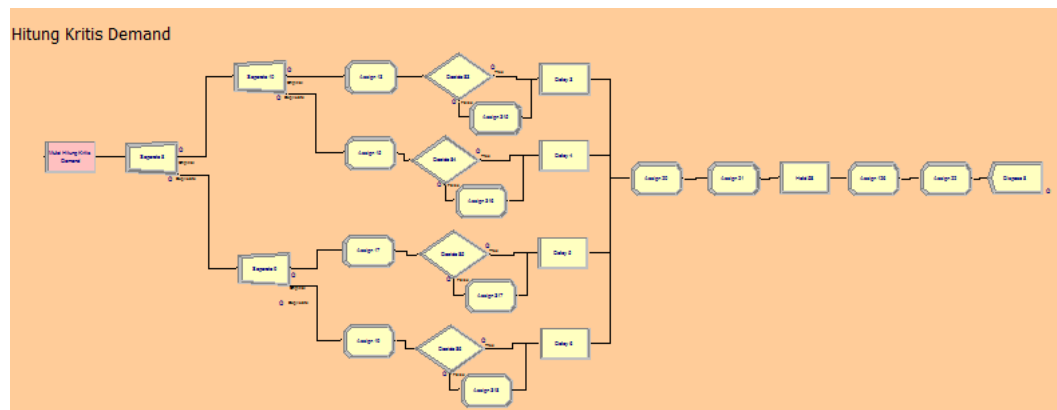
Submodel Update Stok Pelabuhan Muat



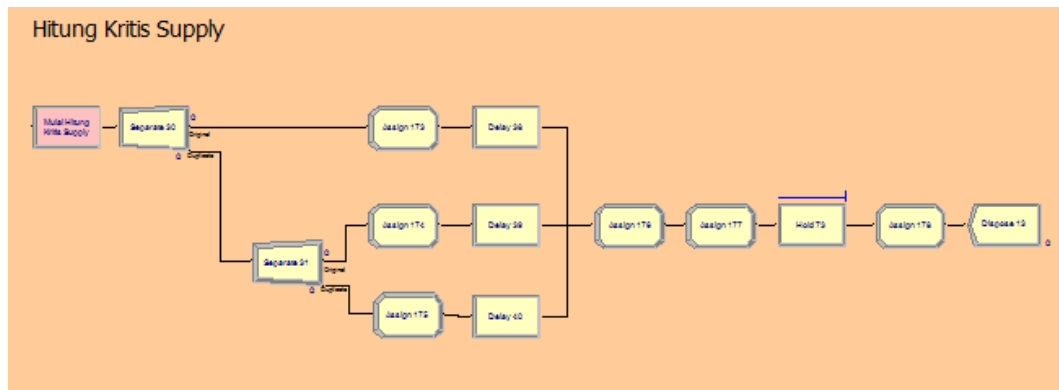
Submodel *Initial* Lokasi Kapal



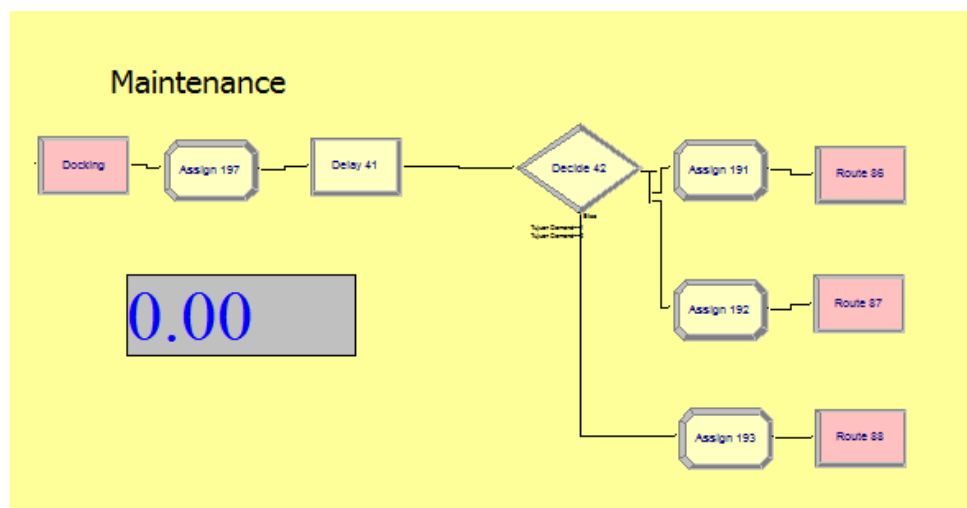
Submodel Penentuan Pelabuhan Tujuan Pelabuhan Bongkar



Submodel Penentuan Pelabuhan Tujuan Pelabuhan Muat



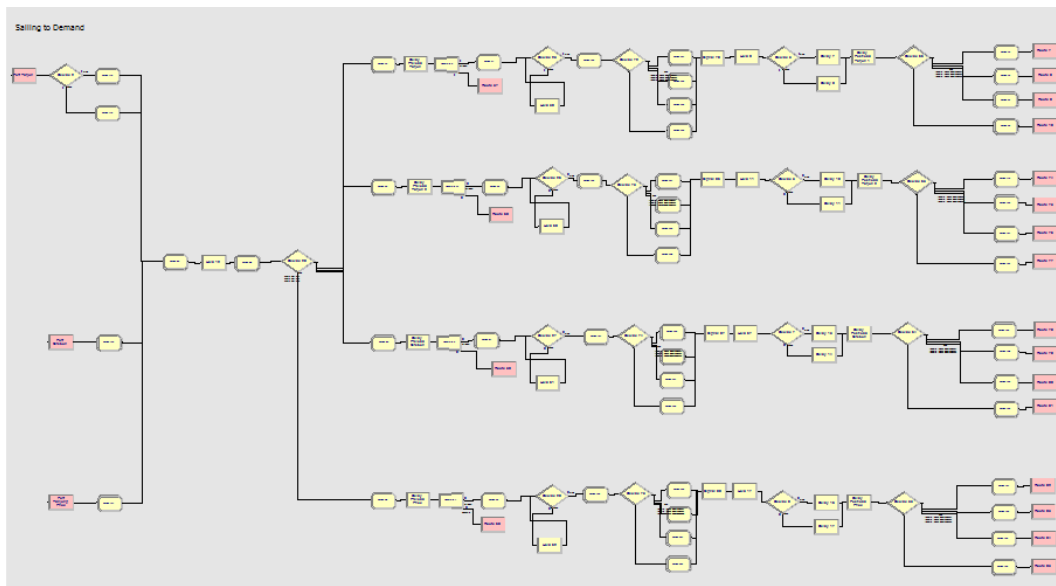
Submodel *Maintenance*



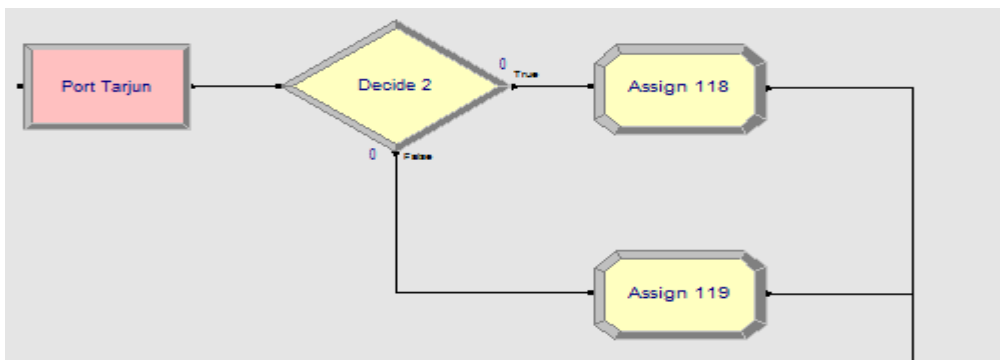
Submodel Readwrite



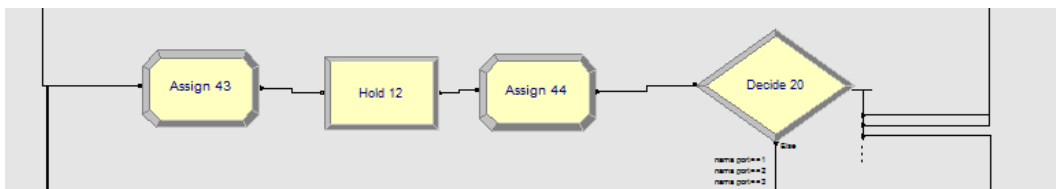
Keseluruhan Submodel Proses di Pelabuhan Muat

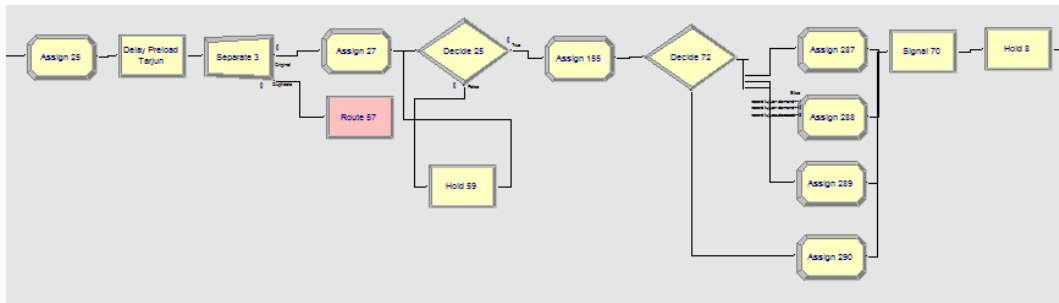


Entitas Kapal Memasuki *Stasiun* Pelabuhan Muat

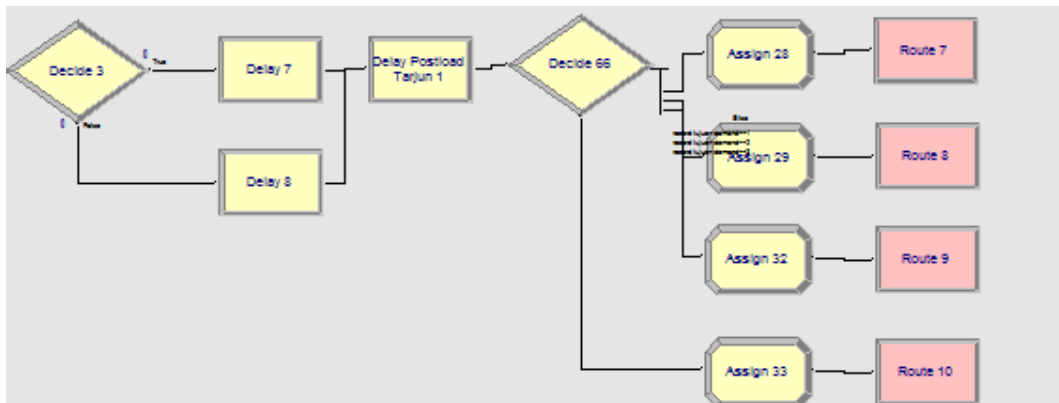


Pemberian *Hold* Untuk Perhitungan Tujuan

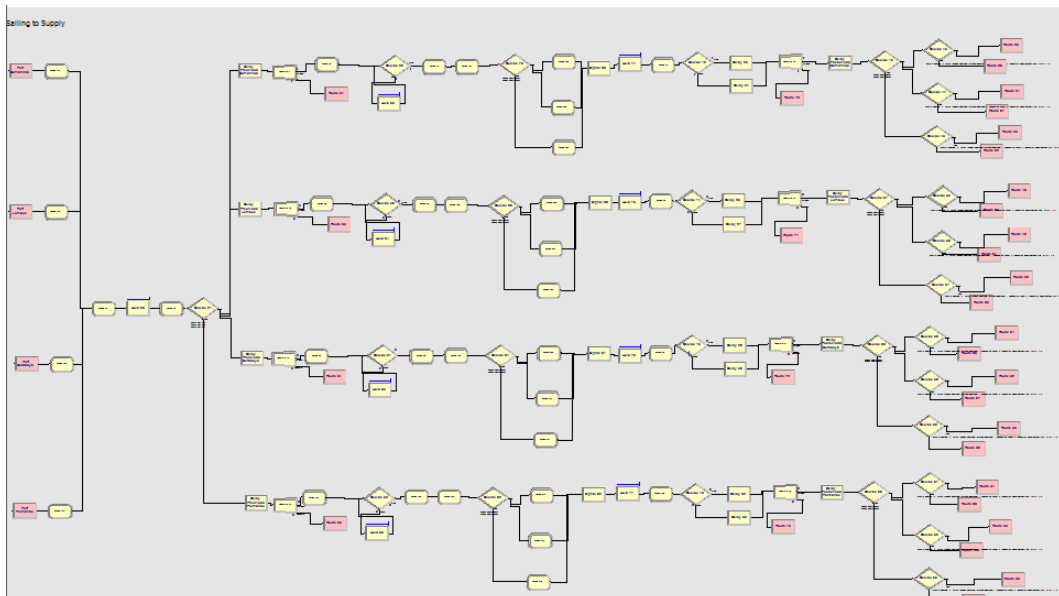




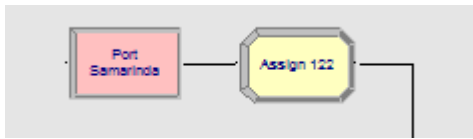
Proses *Loading* dan Berangkat Menuju Pelabuhan Bongkar



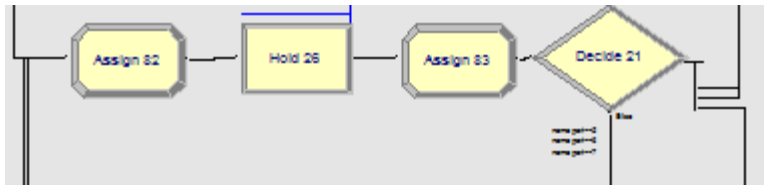
Keseluruhan Submodel Proses Pada Pelabuhan Bongkar



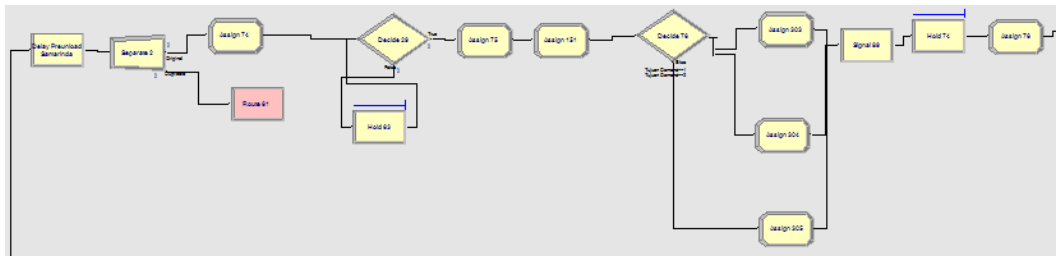
Entitas Kapal Sampai di *Stasiun* Pelabuhan Bongkar



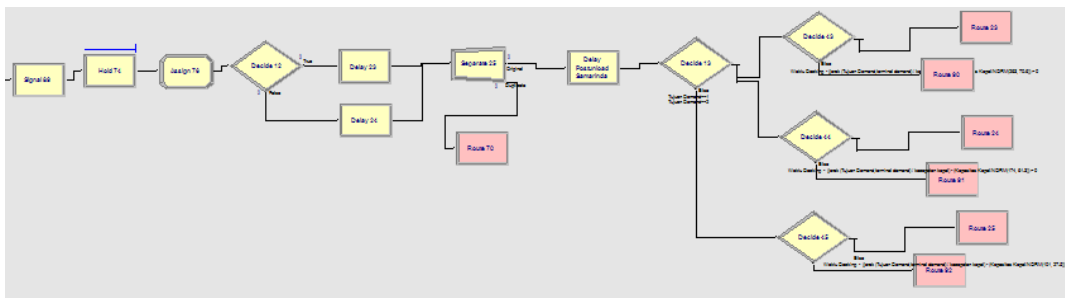
Memberikan *Hold* Untuk Urutan Perhitungan Pelabuhan Muat Tujuan



Proses *Preunload* dan *Hold* Untuk Hitung Pelabuhan Muat Tujuan



Proses *Unload* , *Postunload*, dan Berangkat Menuju Pelabuhan Muat



LAMPIRAN 3

HASIL *RUNNING* KONDISI NORMAL

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	5,000	500	1,000	4,500	0	0	0	0	12	0	3	8	5	35
6	26	1	4,342	6,025	8,845	4,339	3,200	0	0	0	10	3	3	8	5	65
4	36	1	4,055	5,649	8,029	4,280	3,200	7,500	0	0	33	10	4	17	6	80
2	15	2	4,608	-68	9,748	4,402	0	6,500	0	0	2	5	3	38	4	44
5	84	1	2,826	3,873	4,025	4,000	3,200	7,500	4,500	0	10	99	3	6	6	132
1	147	1	4,436	4,733	3,443	3,597	10,000	4,300	6,500	0	36	5	3	6	6	177
4	171	3	3,799	3,864	8,206	3,447	10,000	4,300	3,200	0	5	11	3	13	6	245
3	89	3	2,692	3,693	3,613	3,962	3,200	7,500	11,000	0	7	99	11	26	4	236
2	238	3	2,038	1,373	6,169	3,029	10,000	4,300	11,000	0	9	7	4	9	6	288
1	288	3	778	7,002	1,871	2,699	10,000	-3,200	14,200	0	6	4	4	8	5	325
5	231	3	2,203	1,631	6,654	3,072	10,000	4,300	4,500	0	7	99	4	13	6	314
4	348	1	-746	4,766	1,561	2,308	10,000	7,500	9,700	0	30	9	4	6	6	372
6	319	1	-23	5,850	3,857	2,503	10,000	0	9,700	0	12	2	3	4	5	368
2	395	1	-1,966	6,167	7,306	2,003	10,000	4,300	4,500	0	24	7	5	3	7	421
5	449	1	6,682	4,188	7,523	1,643	0	4,300	3,200	3,200	11	99	4	18	6	480
1	439	1	6,985	4,557	8,312	1,717	0	4,300	0	3,200	13	5	3	18	6	472
4	479	1	5,859	3,041	4,981	1,426	0	4,300	9,700	3,200	16	5	8	16	5	504
2	547	1	4,030	8,034	9,222	4,183	10,000	1,300	0	0	24	6	3	16	6	571
5	563	1	3,592	7,402	7,778	4,077	10,000	1,300	3,200	0	20	99	5	7	6	617
1	584	1	3,109	6,622	6,161	3,940	10,000	1,300	9,700	0	29	4	5	9	5	615
6	617	1	2,259	5,376	3,421	3,718	10,000	4,500	9,700	0	17	5	3	5	6	669
2	675	1	824	7,747	8,486	3,326	10,000	0	7,500	0	17	5	7	8	5	692
5	715	1	-215	6,257	5,259	3,043	10,000	3,200	7,500	0	24	99	4	10	6	781
4	744	1	-861	8,198	3,315	2,861	10,000	0	14,000	0	36	5	7	5	5	777
3	526	3	4,623	1,271	7,688	4,317	0	8,800	3,200	0	3	99	3	22	4	752
1	786	1	-1,697	6,290	8,174	2,587	10,000	4,500	6,500	0	20	4	10	5	5	805
6	825	1	-2,501	7,790	5,651	2,326	10,000	4,500	6,500	0	18	5	8	5	7	863
2	887	1	6,244	5,057	8,361	1,944	0	4,500	0	7,500	13	6	4	25	6	910
5	927	1	5,469	7,810	5,804	1,672	0	0	3,200	7,500	8	99	4	23	6	966

2	1,001	1	3,939	7,833	4,184	1,166	10,000	1,300	6,500	7,500	29	6	4	16	6	1,027
4	985	1	4,304	5,370	5,298	1,276	10,000	0	6,500	7,500	39	3	8	24	5	1,037
1	1,037	1	3,147	6,287	8,340	930	10,000	1,300	3,200	7,500	34	4	6	18	5	1,068
5	1,078	1	2,287	4,578	9,007	646	10,000	4,500	0	7,500	34	99	5	14	6	1,107
3	976	3	4,458	5,686	5,848	1,323	0	0	6,500	7,500	5	99	5	35	4	1,084
2	1,117	1	1,563	7,402	6,608	7,893	10,000	0	6,500	0	21	5	10	19	5	1,148
4	1,159	1	682	5,584	4,072	7,606	10,000	3,200	6,500	0	28	8	10	67	5	1,192
6	1,201	1	-136	7,012	7,842	7,359	10,000	4,500	0	0	14	4	2	14	6	1,239
1	1,216	1	-458	6,312	6,838	7,243	10,000	4,500	7,500	0	26	5	6	21	5	1,247
5	1,220	1	-547	6,126	6,641	7,219	10,000	7,700	7,500	0	19	99	4	9	6	1,347
2	1,299	1	7,830	5,924	9,149	6,665	0	4,500	6,500	0	24	5	6	80	5	1,340
6	1,357	1	6,716	7,962	5,632	6,328	0	3,200	6,500	0	14	5	5	15	6	1,404
4	1,423	1	5,352	8,255	7,998	5,863	10,000	0	7,500	0	45	4	8	11	5	1,472
5	1,454	1	4,738	6,988	6,297	5,658	10,000	4,500	7,500	0	33	99	8	10	6	1,485
1	1,468	1	4,451	6,356	5,492	5,554	10,000	4,500	14,000	0	37	5	8	7	5	1,497
3	1,411	3	5,613	5,582	8,787	5,954	0	3,200	7,500	0	6	99	8	19	4	1,528
2	1,551	1	2,884	6,010	8,082	4,988	10,000	4,500	6,500	0	30	5	7	16	5	1,577
6	1,585	1	2,237	4,521	6,058	4,779	10,000	7,700	6,500	0	24	5	5	11	6	1,646
1	1,719	1	-340	6,293	4,714	3,895	10,000	4,500	7,500	6,500	24	5	7	22	5	1,750
5	1,699	1	62	7,244	5,917	4,039	10,000	4,500	7,500	0	20	99	8	6	7	1,737
2	1,799	1	-1,840	6,015	7,690	3,361	10,000	4,500	0	6,500	23	4	4	23	6	1,829
4	1,675	1	488	8,261	7,252	4,189	10,000	0	7,500	0	31	5	7	23	5	1,852
6	1,819	1	7,781	8,357	6,559	3,214	0	1,300	3,200	6,500	17	3	5	12	5	1,883
1	1,895	1	6,345	5,035	5,389	2,713	0	8,800	0	6,500	18	6	1	30	6	1,933
2	1,936	1	5,558	7,719	2,822	2,402	0	4,300	3,200	6,500	16	7	4	18	6	1,971
4	1,985	1	4,665	5,677	3,132	2,088	0	4,300	13,200	6,500	12	5	8	22	5	2,022
1	2,029	1	3,819	3,723	3,794	1,810	0	8,800	10,000	6,500	12	6	7	12	5	2,053
3	1,963	3	5,072	6,626	1,189	2,235	0	4,300	6,400	6,500	4	99	3	44	6	2,067
2	2,044	1	3,559	3,126	3,028	1,723	0	12,000	10,000	6,500	8	8	10	19	5	2,074
6	2,180	1	974	5,022	5,165	7,284	0	7,700	6,500	0	2	9	4	25	4	2,211
5	2,162	1	1,314	5,542	6,112	7,403	0	7,700	0	0	4	99	3	29	6	2,193
3	2,202	1	567	4,317	3,911	7,140	7,500	7,700	6,500	0	32	99	10	23	6	2,262
4	2,269	1	6,914	6,907	6,674	6,667	0	3,200	10,000	0	24	13	11	38	6	2,290
6	2,278	1	6,775	6,681	6,264	6,610	0	3,200	14,500	0	16	8	9	21	5	2,314
5	2,333	1	5,739	8,239	3,244	6,263	0	7,500	14,500	0	12	99	11	11	6	2,373
1	2,398	1	4,565	6,340	9,789	5,813	0	7,500	11,000	0	11	8	11	17	5	2,441
3	2,469	1	3,306	7,355	5,923	5,333	0	7,500	11,000	0	14	99	12	38	6	2,521
2	2,492	1	2,918	6,766	9,245	5,191	0	7,500	16,500	0	7	9	12	16	4	2,543
4	2,532	1	2,149	5,534	7,006	4,910	3,200	7,500	16,500	0	18	13	15	31	5	2,571
2	2,608	1	3,919	3,386	9,466	4,416	0	12,000	10,000	0	13	12	11	16	6	2,638

5	2,649	1	3,195	2,133	7,185	4,133	0	12,000	13,200	0	7	99	10	8	4	2,687
5	2,790	1	7,064	5,361	9,579	3,152	0	12,000	3,200	0	17	99	5	10	6	2,832
6	2,784	1	7,211	5,577	9,971	3,208	0	4,500	3,200	0	19	4	5	8	5	2,828
1	2,858	1	5,838	6,586	9,114	2,736	0	8,800	6,500	10,000	15	12	7	35	6	2,890
3	2,850	1	5,972	6,802	9,508	2,777	0	8,800	6,500	0	30	99	15	9	7	2,879
2	2,880	1	5,422	5,925	7,834	2,577	0	8,800	9,700	10,000	12	7	7	24	5	2,918
4	2,992	1	3,207	6,239	7,026	1,870	0	7,500	3,200	10,000	9	9	5	26	6	3,028
5	3,004	1	2,957	5,766	9,398	1,782	0	7,500	4,500	10,000	6	99	5	20	6	3,044
1	3,044	1	2,166	4,323	6,621	1,552	0	7,500	11,000	10,000	6	9	9	30	4	3,075
1	3,145	1	3,357	8,104	4,340	923	0	4,500	6,500	10,000	8	12	3	37	6	3,154
4	3,134	1	3,582	1,016	5,016	983	0	7,500	6,500	10,000	11	5	9	23	5	3,164
6	3,229	1	1,685	8,233	8,130	378	0	1,300	6,500	10,000	2	5	4	30	4	3,271
5	3,217	1	1,898	5,446	8,966	454	0	4,500	0	10,000	4	99	3	29	6	3,276
1	3,261	1	997	7,034	5,781	163	7,500	1,300	6,500	10,000	20	5	7	23	5	3,286
2	3,290	1	400	5,970	3,734	-51	7,500	4,500	6,500	10,000	17	5	5	29	6	3,325
6	3,353	1	6,648	8,164	5,899	-454	0	0	3,200	10,000	13	5	3	16	6	3,385
5	3,372	1	6,266	7,419	7,922	-580	0	0	7,500	10,000	12	99	6	59	6	3,407
2	3,422	1	5,281	5,574	4,701	-877	0	0	14,000	10,000	13	3	7	19	5	3,459
4	3,432	1	5,050	8,348	4,114	-958	0	0	14,000	10,000	14	5	11	28	5	3,472
1	3,483	1	4,041	6,405	8,483	-1,287	0	4,500	6,500	10,000	11	5	6	32	5	3,521
6	3,517	1	3,365	8,324	6,259	-1,500	0	4,500	6,500	10,000	7	7	4	12	6	3,606
2	3,602	1	1,676	5,208	7,319	7,940	0	4,500	7,500	0	6	10	7	29	4	3,625
5	3,626	1	1,200	4,565	5,713	7,779	3,200	4,500	7,500	0	16	99	6	24	6	3,670
2	3,694	1	3,153	7,350	8,520	7,315	0	0	6,500	0	11	9	6	47	6	3,719
3	3,712	1	2,814	6,905	7,339	7,199	0	0	9,700	0	13	99	12	65	6	3,754
4	3,741	1	2,286	6,136	5,217	7,020	0	7,500	19,700	0	8	13	11	18	4	3,775
6	3,728	1	2,506	6,481	6,226	7,101	0	0	19,700	0	5	5	7	13	5	3,764
1	3,828	1	5,044	7,013	8,982	6,458	0	4,300	16,500	0	10	9	11	19	5	3,842
5	3,817	1	5,262	7,282	9,669	6,514	0	4,300	10,000	0	11	99	8	18	6	3,867
4	3,834	1	4,921	6,850	8,564	6,420	0	7,500	16,500	0	18	14	16	12	7	3,854
2	3,867	1	4,319	5,981	6,259	6,206	0	7,500	16,500	4,500	15	11	11	20	6	3,880
3	4,056	1	670	8,468	9,639	4,953	0	0	3,200	4,500	3	99	10	49	4	4,095
5	4,106	1	-272	7,167	9,599	4,621	10,000	0	0	4,500	18	99	4	27	6	4,150
2	4,151	1	-1,149	6,009	6,632	4,350	10,000	7,500	6,500	4,500	33	14	5	21	6	4,187
6	4,118	1	-487	6,887	8,876	4,553	10,000	0	6,500	4,500	31	5	5	9	5	4,194
1	4,226	1	7,446	7,248	7,920	3,843	0	4,300	3,200	4,500	15	13	4	20	6	4,256
5	4,270	1	6,585	6,107	8,166	3,543	0	4,300	3,200	4,500	20	99	4	20	6	4,306
2	4,287	1	6,279	5,704	7,139	7,926	0	4,300	9,700	0	10	8	9	23	5	4,316
1	4,347	1	5,142	3,634	6,793	7,444	0	7,500	6,500	0	7	5	8	12	5	4,381
4	4,361	1	4,831	2,949	6,077	7,314	0	10,700	6,500	0	161	8	9	15	5	4,394

3	4,372	2	4,679	2,459	5,518	7,206	0	15,200	6,500	0	6	99	6	54	4	4,426
5	4,463	1	3,002	5,940	7,528	6,356	10,000	7,700	0	0	46	99	4	14	6	4,501
6	4,469	1	2,892	5,619	7,195	6,299	10,000	7,700	6,500	0	13	5	6	9	5	4,515
2	4,552	1	1,428	8,363	9,673	5,485	10,000	8,800	0	0	32	9	6	10	6	4,581
1	4,592	3	770	6,513	7,651	5,095	10,000	8,800	3,200	0	33	14	5	15	6	4,633
5	4,624	1	239	5,089	6,091	4,789	10,000	8,800	6,400	0	24	99	8	10	6	4,669
2	4,679	1	-619	7,156	6,554	4,256	10,000	4,300	9,700	0	17	6	9	9	5	4,710
4	4,714	1	-1,245	5,576	8,032	3,890	10,000	7,500	6,500	0	36	8	9	9	5	4,757
1	4,757	3	7,935	3,571	5,882	3,452	0	12,000	6,500	0	10	14	5	5	6	4,817
3	4,806	1	7,056	1,389	9,991	2,971	0	12,000	3,200	0	19	99	11	6	7	4,858
5	4,855	1	6,291	6,703	7,568	2,481	0	4,500	3,200	10,000	150	99	6	28	6	4,892
6	4,877	1	5,949	5,714	9,690	2,281	0	4,500	6,500	10,000	8	3	7	14	5	4,924
2	4,962	1	4,345	5,100	5,488	1,452	3,200	8,800	6,500	10,000	160	7	7	24	6	4,988
1	4,939	3	4,740	6,089	6,567	1,647	0	8,800	6,500	10,000	4	15	6	26	4	4,988
4	5,045	1	2,731	5,814	7,719	600	3,200	4,300	3,200	10,000	14	6	6	14	5	5,073
5	5,052	1	2,574	5,552	7,328	521	3,200	8,800	3,200	10,000	8	99	5	10	6	5,094
1	5,112	1	4,125	3,215	6,162	-269	0	8,800	6,500	10,000	8	7	4	11	6	5,149
2	5,130	3	3,607	2,441	4,871	-502	0	8,800	9,700	10,000	2	13	5	20	4	5,168
5	5,206	1	1,497	6,744	9,143	-1,518	3,200	1,300	0	10,000	5	99	3	9	6	5,254
1	5,249	1	280	4,985	5,951	7,896	3,200	8,800	6,500	0	5	9	4	7	6	5,277
6	5,239	1	541	5,317	6,579	-1,987	3,200	1,300	6,500	10,000	4	2	4	8	5	5,288
4	5,343	1	830	5,611	8,804	6,624	0	4,300	0	0	1	4	4	13	4	5,378
1	5,374	1	26	4,353	6,615	6,219	7,700	4,300	10,000	6,500	11	3	6	15	5	5,402
3	5,353	1	608	5,250	8,171	6,511	4,500	4,300	0	0	14	99	5	12	6	5,421
5	5,361	1	374	4,905	7,568	6,405	4,500	4,300	10,000	0	6	99	9	6	7	5,401
4	5,447	1	2,498	1,495	1,446	5,237	3,200	7,500	10,000	6,500	15	8	8	21	6	5,469
2	5,369	3	154	4,539	6,959	6,289	4,500	4,300	10,000	6,500	3	9	6	18	4	5,418
3	5,551	1	2,919	8,225	8,456	3,821	0	-3,200	0	6,500	5	99	5	20	6	5,622
1	5,589	1	1,900	6,687	5,772	3,321	4,500	4,300	10,000	6,500	10	5	5	11	5	5,621
6	5,565	1	2,514	7,658	7,414	3,626	0	-3,200	10,000	6,500	3	2	5	8	5	5,630
4	5,582	3	2,082	6,966	6,281	3,417	0	4,300	10,000	6,500	1	11	5	18	4	5,626
2	5,595	3	1,713	6,459	5,384	3,234	4,500	7,500	10,000	6,500	3	14	5	20	4	5,651
1	5,733	1	2,440	4,064	5,590	7,839	3,200	4,300	0	0	8	4	2	12	6	5,754
2	5,782	1	4,421	2,131	2,235	7,192	0	4,300	13,200	0	13	4	6	8	5	5,801
3	5,767	1	4,718	2,686	3,011	7,399	0	4,300	3,200	0	13	99	7	10	6	5,816
5	5,816	1	3,685	8,222	3,142	6,700	0	0	10,000	0	8	99	4	6	6	5,874
1	5,846	1	3,023	7,010	1,174	6,316	4,500	0	16,500	0	26	4	8	5	5	5,879
6	5,881	1	2,332	5,651	8,988	5,823	4,500	3,200	6,500	0	13	4	5	4	5	5,927
4	5,833	3	3,322	7,593	2,097	6,499	0	0	16,500	0	2	9	7	10	4	5,889
2	5,969	1	403	5,371	9,885	4,605	4,500	7,500	0	0	13	7	4	4	6	5,998

5	6,026	1	3,609	6,213	6,263	3,829	3,200	4,300	3,200	10,000	15	99	4	13	6	6,042
3	5,982	1	133	7,993	9,047	4,405	4,500	4,300	3,200	0	17	99	8	5	7	6,019
2	6,078	1	2,541	4,109	6,207	3,119	3,200	4,300	6,500	10,000	14	5	8	13	5	6,095
1	6,013	2	3,940	6,799	7,108	4,018	0	4,300	3,200	10,000	2	7	3	31	4	6,043
5	6,161	1	4,016	8,289	7,289	1,991	4,500	0	0	10,000	13	99	3	10	6	6,193
4	6,122	3	1,634	2,340	9,735	2,512	3,200	7,500	0	10,000	2	12	5	82	4	6,186
6	6,248	1	2,151	7,964	8,060	764	4,500	-3,200	0	10,000	17	2	3	9	5	6,282
5	6,303	1	5,457	5,807	4,622	43	3,200	4,300	0	10,000	24	99	2	10	6	6,337
2	6,309	1	5,290	5,505	4,163	-55	3,200	4,300	6,500	10,000	21	5	5	28	6	6,342
4	6,333	1	4,778	4,592	2,760	-360	3,200	4,300	9,700	10,000	23	7	9	18	5	6,351
1	6,263	3	1,853	7,402	7,172	589	4,500	4,300	0	10,000	2	13	3	19	4	6,331
5	6,432	1	5,717	8,100	6,257	-1,704	0	1,300	3,200	10,000	9	99	4	7	6	6,467
2	6,427	3	5,839	8,303	6,512	-1,629	0	1,300	0	10,000	4	12	3	11	6	6,467
6	6,509	1	3,892	4,749	1,376	7,181	0	1,300	9,700	0	6	2	4	7	5	6,544
3	6,558	1	2,534	6,880	7,874	6,476	3,200	4,300	0	0	15	99	4	9	6	6,611
1	6,546	2	2,824	7,413	8,600	6,631	0	4,300	0	0	1	7	2	17	4	6,583
4	6,605	1	1,179	4,534	4,784	5,750	6,400	4,300	10,000	6,500	16	4	7	20	5	6,631
5	6,588	1	1,644	5,352	5,887	6,004	3,200	4,300	10,000	0	8	99	6	5	7	6,628
2	6,600	3	1,316	4,773	5,111	5,822	3,200	4,300	10,000	6,500	1	8	6	25	4	6,653
1	6,676	1	2,431	1,137	22	4,707	3,200	8,800	10,000	6,500	8	5	5	11	5	6,703
3	6,747	1	3,698	5,187	5,438	3,659	0	4,500	0	6,500	10	99	3	35	6	6,804
6	6,766	1	3,172	4,266	4,158	3,361	0	4,500	10,000	6,500	4	3	5	9	5	6,807
2	6,806	3	2,085	6,818	1,500	2,766	0	7,500	10,000	6,500	1	13	4	12	4	6,845
4	6,846	1	932	8,033	-1,161	2,122	3,200	4,300	10,000	6,500	7	6	4	11	6	6,899
1	6,888	1	-178	6,067	6,074	7,968	3,200	4,300	4,500	0	5	5	5	7	5	6,904
3	6,929	1	-1,283	4,083	3,409	7,339	3,200	7,500	4,500	0	5	99	5	11	6	6,984
5	6,968	1	867	2,158	5,287	6,771	0	7,500	10,000	0	1	99	6	7	4	7,007
4	6,989	1	232	1,083	3,934	6,424	6,500	7,500	10,000	0	16	4	7	7	5	7,028
2	7,007	3	-258	7,702	2,751	6,144	6,500	4,500	10,000	0	3	10	5	9	4	7,044
6	7,070	1	4,502	7,884	8,703	5,179	3,200	1,300	0	0	8	3	3	5	6	7,108
1	7,131	1	2,780	4,921	4,761	4,267	3,200	1,300	7,500	0	11	3	6	5	5	7,171
3	7,145	1	5,593	4,232	3,815	4,054	0	4,500	7,500	0	17	99	6	7	6	7,189
5	7,153	2	5,366	8,277	3,248	3,909	0	0	17,500	0	2	99	5	10	4	7,213
6	7,238	1	3,166	7,527	5,354	2,754	6,500	-3,200	10,000	0	14	2	6	3	5	7,289
4	7,247	1	2,965	7,183	4,858	2,655	6,500	4,300	10,000	0	22	7	10	5	7	7,288
2	7,255	3	2,779	6,812	4,388	2,560	6,500	4,300	10,000	4,500	5	11	4	11	6	7,303
1	7,296	1	1,838	4,952	1,892	2,091	6,500	4,300	13,200	4,500	17	4	7	9	5	7,325
5	7,381	1	6,359	1,095	6,811	5,590	0	7,500	3,200	0	10	99	4	5	6	7,415
3	7,402	1	5,863	7,621	8,780	5,342	0	0	6,500	0	16	99	12	10	7	7,456
4	7,428	1	5,300	6,499	7,353	5,045	0	0	6,500	10,000	18	5	6	26	5	7,479

6	7,453	1	4,714	5,438	5,693	4,762	3,200	4,500	6,500	10,000	11	4	4	17	6	7,499
2	7,437	3	5,095	6,132	6,764	4,945	0	4,500	6,500	10,000	2	9	5	36	4	7,475
1	7,529	1	2,909	5,125	7,806	3,860	3,200	1,300	7,500	10,000	10	3	6	21	5	7,558
5	7,561	1	2,183	8,171	5,952	3,502	3,200	0	7,500	10,000	9	99	7	19	6	7,606
2	7,632	1	3,704	8,240	9,239	2,694	0	-3,200	6,500	10,000	7	3	8	16	5	7,649
4	7,638	1	3,566	7,959	8,889	2,626	0	0	6,500	10,000	7	4	10	19	5	7,662
1	7,681	1	2,548	6,039	6,327	2,112	0	4,500	6,500	10,000	5	5	6	18	5	7,708
2	7,769	1	463	5,282	7,636	1,088	7,500	4,500	0	10,000	14	4	4	16	6	7,800
6	7,691	3	2,296	5,571	5,755	1,993	0	7,700	6,500	10,000	1	11	5	16	4	7,797
5	7,806	1	-420	8,143	5,512	662	7,500	0	3,200	10,000	14	99	4	15	6	7,855
4	7,867	1	-1,844	5,483	5,271	-46	7,500	0	6,500	10,000	13	3	5	20	5	7,897
2	7,895	1	4,982	7,383	3,518	-403	0	1,300	6,500	10,000	9	4	4	16	6	7,931
1	7,944	1	3,854	5,360	7,134	-935	0	8,800	3,200	10,000	7	6	7	10	5	7,970
5	7,962	1	3,470	4,641	6,278	-1,117	0	12,000	3,200	10,000	8	99	4	19	6	8,005
6	7,938	1	3,989	5,604	7,435	-881	0	1,300	3,200	10,000	8	4	4	9	5	8,010
4	8,070	1	1,022	7,512	3,720	7,858	3,200	4,300	6,500	0	12	7	8	13	5	8,102
2	8,039	3	1,754	5,704	5,451	-1,846	0	7,500	6,500	10,000	1	12	6	65	4	8,076
1	8,106	1	235	6,037	8,384	7,490	3,200	8,800	0	0	6	8	5	20	6	8,142
5	8,127	1	-227	5,152	7,279	7,307	3,200	8,800	3,200	0	7	99	5	12	6	8,154
3	8,140	1	-544	4,563	6,549	7,157	3,200	8,800	9,700	0	8	99	11	25	4	8,185
1	8,212	1	1,055	1,415	5,970	6,474	10,000	8,800	6,500	0	22	4	6	9	5	8,251
2	8,234	3	520	7,918	4,706	6,255	10,000	4,500	6,500	0	6	11	5	15	6	8,287
6	8,294	1	-854	5,347	8,103	5,662	10,000	4,500	3,200	0	14	4	6	9	5	8,339
5	8,338	1	-1,857	7,904	5,726	5,243	10,000	7,500	3,200	0	19	99	3	17	6	8,391
4	8,377	2	7,316	6,310	6,903	4,874	0	7,500	6,500	0	3	10	6	11	4	8,420
1	8,447	1	5,731	6,427	9,705	4,228	4,500	4,300	13,200	0	20	8	11	5	7	8,472

LAMPIRAN 4

HASIL *RUNNING* SKENARIO 1

Hasil *Running* Penambahan 1 Kapal Kapasitas 3.200

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	24	1	4,379	600	9,004	4,348	3,200	6,500	0	0	11	4	3	5	6	46
1	1	1	5,000	1,500	1,000	4,500	0	0	0	0	12	1	3	8	5	35
2	15	2	4,608	932	9,748	4,402	0	6,500	0	0	2	6	3	38	4	44
6	28	1	4,272	6,952	8,663	4,324	3,200	0	3,200	0	11	3	3	18	6	64
4	37	1	4,083	6,656	8,030	4,274	3,200	0	10,700	0	17	5	8	29	5	57
1	153	1	4,372	5,521	9,439	3,540	3,200	7,800	10,000	0	14	8	10	6	7	181
1	143	3	1,442	5,890	2,764	3,604	3,200	7,800	17,500	0	2	15	6	8	4	190
3	93	3	2,694	4,515	6,663	3,919	3,200	11,000	7,500	0	99	99	5	99	6	202
4	238	1	2,121	6,824	2,692	3,010	10,700	3,300	10,000	3,200	25	7	4	24	6	271
2	244	3	1,995	6,634	2,292	6,184	10,700	3,300	14,500	0	5	12	4	11	6	281
5	84	1	2,939	4,850	4,129	3,978	3,200	4,500	10,700	0	12	5	5	13	5	114
6	211	3	2,813	7,831	4,808	3,169	3,200	3,300	10,000	3,200	2	10	3	13	4	300
1	317	1	3,380	3,899	6,245	5,708	7,500	3,300	7,700	0	30	4	4	13	5	347
3	344	1	2,658	2,857	8,416	5,545	7,500	6,500	3,200	0	99	99	5	99	6	397
1	389	3	1,502	7,712	8,259	5,259	7,500	4,500	10,000	0	3	13	4	17	4	455
4	372	1	1,887	8,314	9,477	5,373	7,500	0	10,000	0	18	6	7	19	5	404
1	514	1	5,739	6,209	7,633	4,447	3,200	4,500	6,500	0	14	6	4	6	6	541
5	451	1	7,418	5,357	2,995	4,876	3,200	7,700	10,000	0	23	7	4	20	6	488
2	405	1	1,099	7,075	6,806	5,145	10,700	4,500	10,000	0	25	7	11	16	5	438
4	653	1	5,374	5,557	6,410	3,510	7,500	0	10,000	0	34	4	7	8	5	691
1	664	1	5,052	8,309	5,491	3,418	7,500	1,300	10,000	0	17	6	5	22	6	716
3	551	1	4,700	4,826	4,761	4,196	3,200	4,500	9,700	0	99	99	8	99	6	618
2	719	1	3,626	6,288	1,257	3,087	7,500	1,300	22,900	0	19	4	14	6	5	757
6	559	3	4,507	4,522	4,161	4,139	3,200	4,500	19,700	0	3	8	8	50	4	667
4	849	1	935	8,364	6,115	2,234	7,500	0	9,700	0	35	6	7	4	7	859
5	675	1	4,745	7,895	4,640	3,354	7,500	1,300	13,200	0	20	4	4	6	6	740
1	834	1	1,227	5,777	7,014	2,333	7,500	0	9,700	0	27	2	8	3	5	884
1	695	3	4,205	7,148	3,048	3,228	7,500	1,300	19,700	0	7	9	6	17	6	733

2	893	1	7,586	6,515	9,681	1,935	0	0	13,200	4,500	23	3	10	13	5	944
3	859	1	736	7,937	5,502	2,168	7,500	0	9,700	4,500	99	99	13	99	6	902
2	1,057	1	4,175	5,824	2,392	5,379	7,500	11,000	13,200	0	38	7	6	16	6	1,083
5	950	1	6,378	7,179	9,262	6,076	0	0	10,000	0	11	3	11	34	5	978
1	998	1	5,442	8,326	6,307	5,756	7,500	11,000	10,000	0	31	9	7	20	6	1,108
1	983	1	5,730	5,739	7,203	5,854	0	11,000	10,000	0	17	10	13	16	5	1,005
6	991	3	5,572	5,393	6,663	5,801	0	14,200	10,000	0	2	13	3	9	4	1,085
4	968	1	6,030	6,452	8,248	5,957	0	6,500	10,000	0	26	8	15	22	5	996
1	1,244	1	7,857	7,396	6,990	4,157	0	11,000	10,000	0	22	8	8	7	7	1,287
1	1,280	1	7,093	5,864	4,652	3,903	0	11,000	10,000	3,200	16	8	5	27	6	1,312
2	1,178	1	1,721	7,034	7,987	4,568	7,500	4,500	13,200	0	22	6	13	9	5	1,204
3	1,148	1	2,341	8,410	9,783	4,769	7,500	4,500	3,200	0	99	99	8	99	6	1,193
6	1,346	3	5,761	7,540	506	3,458	0	6,500	13,200	3,200	3	14	3	10	6	1,410
5	1,203	1	1,213	5,982	9,617	4,412	7,500	7,700	10,000	0	14	6	8	7	5	1,251
1	1,443	1	3,803	6,420	7,535	6,008	0	7,800	7,500	0	8	8	6	11	6	1,472
2	1,478	1	3,129	4,937	5,599	5,782	0	11,000	20,700	0	9	10	18	8	7	1,489
4	1,404	1	4,601	8,188	6,900	6,263	0	3,300	10,700	0	10	7	7	23	5	1,438
6	1,601	1	815	6,028	9,637	4,934	0	4,500	10,000	3,200	1	4	6	12	4	1,643
1	1,464	1	3,378	5,474	6,406	5,877	0	7,800	20,700	0	8	5	24	44	5	1,488
3	1,454	1	3,591	5,958	6,956	5,947	0	7,800	10,700	0	99	99	15	99	6	1,507
1	1,649	1	-117	8,408	6,805	7,810	7,500	6,500	10,000	0	19	8	7	14	6	1,690
1	1,760	1	5,284	6,906	292	7,122	0	11,000	13,200	0	12	10	5	18	6	1,785
5	1,616	1	524	5,370	8,792	4,825	7,500	4,500	10,000	3,200	22	4	9	23	5	1,682
2	1,686	1	6,697	6,866	4,682	7,583	0	6,500	13,200	0	20	7	11	28	5	1,719
6	1,796	3	4,597	5,298	8,154	6,865	0	11,000	6,400	0	2	13	3	20	4	1,882
3	1,871	1	3,182	2,165	7,018	6,375	7,500	11,000	3,200	0	99	99	7	99	6	1,930
4	1,714	1	6,132	5,660	2,988	7,393	0	9,700	13,200	0	16	9	15	43	5	1,738
1	1,925	1	2,157	6,353	7,144	6,018	7,500	7,700	10,000	0	26	7	7	12	6	1,941
1	1,877	1	3,083	8,452	9,945	6,334	7,500	4,500	10,000	0	27	6	13	13	5	1,912
5	1,942	1	1,816	5,581	6,155	5,893	7,500	7,700	13,200	0	23	7	6	24	6	1,976
2	2,012	1	514	5,827	2,108	5,415	7,500	4,500	19,700	0	18	7	13	12	5	2,038
1	2,183	1	4,691	6,511	5,462	4,308	7,500	7,700	16,500	0	24	13	11	7	7	2,220
1	2,136	1	5,611	8,130	8,071	4,614	7,500	4,500	16,500	0	30	7	14	9	5	2,159
6	2,132	3	5,712	8,335	8,359	4,642	0	4,500	16,500	0	2	10	7	18	4	2,192
3	2,103	1	6,240	6,382	9,979	4,812	0	3,200	6,500	0	99	99	18	99	6	2,151
2	2,287	1	2,753	6,861	6,536	3,615	7,500	11,000	10,000	3,200	48	28	8	46	6	2,324
1	2,362	1	1,401	7,824	2,433	6,309	7,500	7,800	13,200	0	17	10	8	27	6	2,384
4	2,119	1	5,955	5,709	9,084	4,721	0	3,200	16,500	0	19	5	51	26	5	2,183
1	2,396	1	730	6,822	563	6,081	7,500	7,800	16,400	0	21	12	8	23	6	2,427
2	2,498	1	6,395	4,056	8,317	5,385	0	7,800	23,900	0	10	15	16	9	7	2,526

1	2,632	1	3,906	4,618	7,452	7,712	0	11,000	17,500	0	8	10	14	12	4	2,670
3	4,400	1	6,062	5,544	5,284	5,446	0	4,500	13,900	0	99	99	17	99	6	4,490
1	4,787	1	2,427	5,542	9,978	1,663	0	14,200	0	7,500	3	10	6	12	4	4,817
1	4,626	1	2,074	3,033	7,969	3,242	3,200	11,000	10,000	7,500	25	7	10	12	5	4,665
6	4,519	1	3,948	7,839	6,922	4,283	0	6,500	16,400	0	9	6	9	5	7	4,555
4	4,881	1	3,980	5,766	5,329	759	0	9,700	0	7,500	22	9	4	18	6	4,907
1	4,895	1	3,784	8,372	4,703	626	0	6,500	4,500	7,500	10	7	5	13	6	4,932
2	4,664	1	4,540	7,859	6,084	2,851	0	7,700	10,000	7,500	12	7	10	17	5	4,709
1	4,950	1	2,827	5,872	6,464	7,566	0	6,500	13,200	0	5	6	10	18	4	4,980
5	4,717	1	3,563	5,483	3,462	2,330	0	10,900	10,000	7,500	7	7	8	12	5	4,756
1	5,010	1	1,851	6,347	6,690	6,979	3,200	7,800	17,500	0	12	7	15	15	5	5,032
3	4,908	3	3,509	7,740	3,982	7,995	0	6,500	7,700	0	99	99	7	99	6	5,003
6	4,964	2	2,596	8,433	8,980	7,431	3,200	3,300	10,000	0	315	6	5	19	6	5,028
1	5,052	1	4,211	4,555	4,409	6,555	0	14,200	17,500	0	9	12	9	9	6	5,090
2	5,031	1	4,704	5,404	5,646	6,774	0	11,000	17,500	0	10	8	14	10	5	5,048
1	5,258	1	-1,431	5,849	6,853	3,752	6,500	4,500	3,200	0	10	4	4	5	6	5,285
4	4,997	1	2,030	6,930	7,323	7,107	3,200	3,300	17,500	0	12	7	17	10	5	5,052
2	5,343	1	2,709	5,683	7,227	2,598	0	4,500	10,000	7,500	4	5	8	16	4	5,396
1	5,294	1	4,089	7,547	7,520	3,273	0	1,300	13,200	7,500	9	6	9	10	5	5,332
3	5,258	1	-1,431	5,849	6,853	3,752	6,500	4,500	6,400	0	99	99	6	99	6	5,316
6	5,280	1	4,488	8,187	8,635	3,469	0	1,300	13,200	0	6	3	7	2	7	5,335
1	5,258	1	-1,431	5,849	6,853	3,752	6,500	4,500	3,200	0	10	4	4	5	6	5,285

Hasil *Running* Penambahan 1 Kapal Kapasitas 4.500

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
1	1	1	5,000	1,500	1,000	4,500	-	-	-	-	12	1	3	8	5	35
2	15	2	4,608	932	9,748	4,402	6,500	6,500	-	-	4	6	3	38	6	42
6	26	1	4,324	7,026	8,872	4,337	6,500	-	3,200	-	12	3	3	9	6	78
4	34	1	4,100	6,729	8,240	4,293	6,500	-	10,700	-	47	5	7	12	5	66
5	84	1	2,874	4,874	4,122	3,961	6,500	4,500	10,700	-	10	5	4	9	6	135
3	101	3	2,453	7,478	5,946	3,862	6,500	1,300	14,000	-	99	99	6	99	6	184
1	132	1	1,645	6,333	3,434	3,653	6,500	1,300	24,000	-	19	5	13	10	5	155
2	142	3	7,820	5,918	2,743	3,578	-	4,500	24,000	-	8	12	7	12	6	190
5	238	3	5,491	6,842	8,933	2,957	-	-	13,200	-	2	7	5	6	4	321
6	245	1	5,358	6,614	8,461	2,923	6,500	-	13,200	-	18	3	5	5	5	281
4	253	1	5,175	6,314	7,782	2,866	6,500	7,500	13,200	-	21	10	11	9	7	286
5	306	3	3,701	7,502	3,335	2,509	6,500	4,300	13,200	4,500	3	11	3	28	6	369

1	330	1	3,104	6,616	1,419	2,335	6,500	4,300	19,700	4,500	43	6	6	28	6	365
4	423	1	795	3,183	7,220	6,236	6,500	4,300	9,700	-	18	6	10	25	5	448
3	437	1	429	2,634	9,263	6,141	6,500	8,800	6,500	-	99	99	8	99	6	497
2	445	1	6,714	2,375	8,668	6,090	-	8,800	16,500	-	13	7	12	25	5	473
1	480	1	5,791	1,040	5,659	5,835	-	12,000	16,500	-	27	8	9	38	5	515
5	543	3	4,153	6,210	7,172	5,434	-	7,700	10,000	-	2	15	6	30	4	602
6	567	1	3,492	5,286	5,149	5,282	6,500	7,700	10,000	-	16	6	5	9	6	614
5	574	1	3,346	5,063	4,687	5,248	6,500	7,700	17,500	-	17	7	7	7	7	619
4	683	1	500	5,511	5,799	4,482	6,500	3,200	7,500	6,500	13	6	6	36	5	717
3	695	1	155	8,266	4,903	4,423	6,500	4,500	7,500	6,500	99	99	9	99	6	752
2	729	1	5,763	6,940	9,842	4,193	-	4,500	10,000	6,500	18	6	9	46	5	776
6	781	1	4,706	7,895	6,513	3,835	-	4,500	10,000	6,500	8	4	5	35	5	854
5	820	3	3,863	6,119	3,950	3,583	-	12,000	10,000	6,500	2	15	5	30	4	890
1	839	1	3,489	5,331	2,697	3,464	6,500	12,000	10,000	6,500	30	12	7	34	6	868
4	935	1	1,545	5,758	9,863	2,853	6,500	7,500	-	6,500	31	10	7	40	6	978
3	960	1	999	7,814	8,238	2,686	6,500	4,300	4,500	6,500	99	99	5	99	6	1,019
1	974	1	715	7,243	7,407	2,610	6,500	4,300	14,500	6,500	15	5	14	37	5	1,003
2	994	1	305	6,349	6,058	2,476	6,500	7,500	14,500	6,500	13	9	8	20	6	1,029
4	1,071	1	5,281	2,972	5,796	1,941	-	7,500	13,200	6,500	14	7	6	17	6	1,120
5	1,106	3	4,599	1,404	3,419	1,712	-	7,500	17,700	6,500	2	11	8	37	4	1,189
6	1,209	1	2,515	7,603	6,909	7,521	6,500	(3,200)	7,700	-	21	1	4	19	5	1,247
5	1,226	1	2,207	6,888	9,095	7,424	6,500	4,300	4,500	-	18	5	6	34	5	1,265
1	1,251	1	1,687	5,798	7,527	7,266	6,500	10,800	4,500	-	24	9	4	19	6	1,289
3	1,269	1	1,301	4,950	6,194	7,139	6,500	10,800	7,700	-	99	99	11	99	6	1,306
6	7,751	3	30,629	85,434	121,212	53,147	3,200	-	10,000	-	13	67	35	80	6	7,751
6	7,753	2	5,304	8,013	2,755	3,084	4,500	6,500	10,000	6,500	4	7	3	17	6	7,753
1	7,797	1	32,765	83,477	118,467	52,614	7,500	-	10,000	-	93	37	75	75	1	7,797
5	7,804	1	32,616	83,178	118,044	52,534	7,500	3,200	10,000	-	56	99	48	73	5	7,804
4	7,810	1	3,157	4,337	7,650	1,272	3,200	6,500	10,000	7,500	15	7	14	18	4	7,810
2	7,812	1	32,431	82,883	117,640	52,444	7,500	3,200	16,500	-	103	38	64	90	2	7,812
1	7,814	1	3,909	5,363	9,172	2,392	4,500	6,500	7,500	6,500	22	6	8	14	1	7,814
3	7,908	1	6,212	7,708	3,662	7,819	-	3,200	7,500	-	99	99	8	99	3	7,908
1	7,914	1	30,074	84,694	128,061	51,263	7,500	-	-	-	77	39	56	78	1	7,914
5	7,924	1	514	5,807	884	7,436	3,200	4,500	14,500	-	7	6	8	31	5	7,924
4	7,933	1	5,623	6,662	9,734	7,568	-	3,200	10,000	-	12	8	13	11	4	7,933
5	7,938	1	29,557	83,650	126,727	51,012	7,500	3,200	-	-	70	99	61	69	5	7,938
3	7,946	1	29,340	83,248	126,265	50,907	7,500	3,200	6,500	-	101	99	97	110	3	7,946
6	7,951	3	3,101	7,820	9,330	7,163	-	7,800	4,500	-	1	10	5	12	6	7,951
5	7,953	1	5,157	5,751	8,563	7,362	-	7,700	10,000	-	11	9	8	14	5	7,953
2	7,957	1	29,086	82,751	125,659	50,800	7,500	3,200	16,500	-	82	45	71	77	2	7,957

5	7,958	1	5,082	5,591	8,346	7,323	-	7,700	16,500	-	9	5	14	15	5	7,958
3	8,007	1	1,832	5,450	6,439	6,608	7,500	7,800	4,500	-	99	99	7	99	3	8,007
1	8,023	1	1,448	4,686	5,554	6,449	7,500	7,800	14,500	-	25	6	11	11	1	8,023
6	8,024	3	3,592	5,908	4,891	6,685	-	11,000	16,500	-	2	13	6	9	6	8,024
2	8,030	1	3,469	5,650	4,549	6,636	7,500	11,000	16,500	-	23	9	13	9	2	8,030
2	8,038	3	1,098	4,089	9,272	6,301	7,500	11,000	10,000	-	4	14	7	18	2	8,038
1	8,044	1	34,635	85,506	137,483	49,938	-	-	-	-	63	48	71	149	1	8,044
5	8,056	1	34,375	85,004	136,882	49,834	-	3,200	-	-	58	99	69	45	5	8,056
2	8,069	1	34,050	84,396	136,114	49,684	-	3,200	-	6,500	78	45	93	82	2	8,069
4	8,072	1	(349)	7,197	7,562	5,975	10,700	6,500	10,000	-	42	7	13	13	4	8,072
6	8,080	3	33,809	83,947	135,511	49,578	-	6,400	-	6,500	12	63	39	90	6	8,080
1	8,095	1	2,021	6,102	1,087	6,004	7,500	11,000	16,500	-	18	8	9	10	1	8,095
4	8,105	1	(416)	5,775	5,715	5,627	10,700	11,000	10,000	-	29	11	11	19	4	8,105
3	8,125	1	32,808	82,018	133,118	49,144	7,500	6,400	-	6,500	128	99	104	129	3	8,125
1	8,188	1	31,387	85,812	129,712	55,010	7,500	10,000	-	-	82	61	84	86	1	8,188
3	8,192	1	7,311	6,501	5,866	5,039	-	9,700	6,500	-	99	99	9	99	3	8,192
2	8,204	1	31,047	95,180	128,873	54,842	7,500	3,200	-	-	71	66	87	64	2	8,204
4	8,207	1	6,976	5,830	5,059	4,882	-	9,700	16,500	-	21	9	17	16	4	8,207
5	8,265	1	37,160	95,756	125,659	54,192	-	-	-	3,200	62	99	61	274	5	8,265
5	8,265	1	5,599	3,241	8,349	4,301	-	14,200	10,000	-	11	7	10	7	5	8,265
6	8,273	2	6,553	8,268	6,701	3,901	-	1,300	4,500	-	2	4	3	13	6	8,273
2	8,282	3	6,378	7,920	6,258	3,826	7,500	1,300	4,500	-	6	9	4	68	2	8,282
6	8,287	3	5,113	2,302	7,255	4,085	-	14,200	10,000	6,500	2	13	5	14	6	8,287
5	8,289	1	6,212	7,611	5,860	3,764	7,500	1,300	7,700	-	26	5	6	5	5	8,289
6	8,292	1	36,523	94,601	124,196	53,921	-	-	6,500	3,200	77	34	58	62	6	8,292
1	8,310	1	(787)	6,719	9,239	3,562	7,500	7,800	3,200	-	32	7	8	8	1	8,310
1	8,316	1	36,010	93,525	122,908	56,872	-	7,500	6,500	-	66	48	73	108	1	8,316
3	8,339	1	5,127	5,450	7,684	3,278	7,500	11,000	3,200	-	99	99	9	99	3	8,339
3	8,349	2	35,303	92,171	121,286	56,568	-	10,700	6,500	-	23	99	61	133	3	8,349

Hasil *Running* Penambahan 1 Kapal Kapasitas 6.500

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
1	1	1	5,000	1,500	1,000	4,500	-	-	-	-	12	1	3	8	5	35
2	15	2	4,608	932	9,748	4,402	-	6,500	-	-	4	6	3	38	6	42
6	26	1	4,324	7,026	8,872	4,337	6,500	-	3,200	-	12	3	3	9	6	62
4	34	1	4,100	6,729	8,240	4,293	6,500	-	10,700	-	47	5	7	12	5	65
4	47	1	3,757	6,246	7,064	4,201	6,500	4,500	10,700	-	36	7	11	12	5	85

5	84	1	2,882	8,066	4,036	3,953	6,500	5,800	10,700	-	20	8	6	7	6	121
3	93	3	2,686	7,729	3,273	3,898	6,500	5,800	17,200	-	99	99	11	99	6	183
1	133	1	1,622	6,231	3,183	3,625	6,500	5,800	24,000	-	22	8	9	10	5	165
2	137	1	1,541	6,120	2,900	3,599	6,500	9,000	24,000	-	15	9	9	30	6	169
6	201	1	6,298	8,237	5,330	3,168	-	4,500	19,700	-	8	6	8	15	5	299
3	5,443	1	(982)	2,127	6,603	3,773	4,500	12,000	6,500	6,500	99	99	5	99	6	5,495
2	5,465	1	1,128	1,248	5,030	3,474	4,500	12,000	16,500	6,500	13	6	9	15	5	5,475
5	5,541	1	1,710	5,669	6,332	2,462	4,500	7,700	10,000	6,500	8	6	5	9	6	5,572
6	5,546	1	1282	5,447	5,889	2,377	4,500	7,700	16,500	6,500	5	7	8	10	4	5,589
1	5,626	1	1,155	5,452	314	7,790	7,500	4,500	16,500	-	20	5	8	9	5	5,643
5	5,696	1	6,845	7,062	5,114	6,836	-	3,200	6,500	-	14	4	4	6	5	5,741
6	5,707	1	6,543	6,593	4,295	6,678	-	9,700	6,500	-	8	8	4	8	6	5,758
4	5,716	3	6,280	6,235	3,664	6,568	-	9,700	14,000	-	4	19	6	10	4	5,769
3	5,722	2	6,149	6,013	9,754	6,505	4,500	9,700	7,500	-	99	99	6	99	6	5,779
4	5,732	1	5,868	5,630	9,035	6,363	4,500	9,700	17,500	-	24	11	11	9	7	5,755
6	5,745	3	54,631	147,538	153,408	81,554	-	10,000	6,400	-	14	166	34	105	4	5,830
5	5,770	1	4,849	7,301	6,254	5,813	4,500	6,500	17,500	4,500	18	7	10	9	5	5,812
2	5,786	1	4,557	6,677	5,244	5,614	4,500	13,000	17,500	4,500	17	10	10	10	6	5,824
4	5,833	1	52,564	153,934	154,326	80,375	7,500	3,200	9,700	-	139	90	82	92	6	5,869
1	5,878	1	7,117	6,148	7,094	4,364	-	9,800	13,200	4,500	14	8	9	10	5	5,911
6	5,891	1	6,794	5,619	6,258	4,181	-	13,000	13,200	4,500	11	8	7	7	6	5,934
3	5,915	1	50,803	153,830	158,929	79,215	7,500	-	4,500	-	202	99	131	112	5	5,963
2	5,931	1	57,961	153,226	162,494	79,004	-	10,000	-	-	112	104	73	233	6	5,969
1	5,941	1	57,731	152,848	161,893	78,893	-	10,000	3,200	-	83	80	76	67	7	5,961
4	5,972	3	5,095	2,300	1,180	7,553	-	13,000	20,700	-	4	18	10	12	4	6,027
5	5,975	1	57,009	151,464	159,862	78,445	-	10,000	3,200	3,200	111	99	65	68	6	6,029
4	5,985	1	56,784	151,068	159,213	78,297	-	10,000	9,700	3,200	195	124	97	90	7	6,005
4	6,026	1	3,866	6,553	7,674	6,822	4,500	6,500	10,700	-	19	7	8	11	5	6,080
6	6,041	3	55,553	158,776	158,837	80,730	-	-	6,500	4,500	23	134	59	137	4	6,129
5	6,055	1	3,227	5,325	8,982	6,436	4,500	11,000	7,500	-	16	9	7	7	6	6,106
2	6,059	1	55,157	158,061	157,769	85,001	7,500	-	6,500	-	135	108	167	76	7	6,089
1	6,079	1	54,687	157,266	163,092	84,698	7,500	-	-	3,200	147	92	102	85	7	6,104
2	6,095	1	2,311	3,720	6,442	5,902	4,500	11,000	14,000	-	13	9	9	6	7	6,112
3	6,098	1	2,270	3,639	6,320	5,873	4,500	11,000	14,000	3,200	99	99	16	99	6	6,138
3	6,105	1	54,122	156,250	161,297	84,318	7,500	-	-	6,400	152	99	136	214	5	6,201
4	6,124	1	53,696	155,494	160,180	84,047	7,500	10,000	-	6,400	114	110	111	121	5	6,159
5	6,134	1	53,478	155,132	159,567	83,944	7,500	14,500	-	6,400	100	99	74	88	6	6,195
4	6,187	3	4,821	6,619	8,054	7,810	-	4,500	16,500	-	4	10	9	34	4	6,250
5	6,193	1	4,693	6,371	7,685	7,722	4,500	4,500	16,500	-	17	6	11	10	5	6,256
6	6,221	1	4,125	8,466	5,983	7,348	4,500	7,800	16,500	-	12	6	8	9	5	6,283

2	6,241	1	3,661	7,603	4,628	7,038	4,500	15,300	16,500	-	18	13	11	11	6	6,259
1	6,244	1	58,476	155,177	159,055	88,839	-	10,000	3,200	-	95	85	71	82	6	6,274
6	6,262	1	58,090	154,494	157,933	88,617	-	10,000	6,400	-	124	67	52	66	6	6,303
4	6,279	1	57,681	163,789	156,750	88,379	-	-	13,900	-	112	107	91	132	6	6,315
1	6,295	1	2,475	5,459	7,746	6,339	4,500	15,300	13,200	-	24	12	16	6	7	6,321
5	6,321	1	56,827	162,123	157,421	87,796	-	-	15,200	-	119	99	74	68	7	6,368
5	6,334	1	1,655	8,375	5,279	5,791	4,500	10,800	13,200	3,200	11	8	6	18	6	6,367
2	6,340	1	56,419	161,391	166,932	87,534	-	-	4,500	6,500	123	91	110	90	7	6,367
3	6,355	1	56,079	160,786	170,517	87,305	-	-	-	9,700	158	99	98	167	6	6,413
6	6,388	1	55,298	159,445	168,485	86,836	-	-	10,000	9,700	60	70	88	109	4	6,461
1	6,394	3	55,133	159,182	168,045	86,761	7,500	-	10,000	9,700	37	175	56	152	4	6,433
4	6,397	1	4,755	5,847	1,303	4,937	-	10,800	19,700	3,200	10	12	11	8	7	6,422
4	6,400	1	55,022	158,961	167,671	86,677	10,700	-	10,000	9,700	149	111	124	356	5	6,433
4	6,459	3	3,344	3,350	7,482	7,265	-	10,800	9,700	4,500	2	19	13	20	4	6,515
2	6,473	1	53,344	160,574	173,106	95,409	10,700	-	-	-	120	97	77	103	6	6,500
1	6,476	1	2,928	2,641	9,620	7,054	4,500	10,800	6,500	4,500	12	8	5	11	6	6,499
3	6,479	1	2,862	2,526	9,407	7,012	4,500	10,800	9,700	4,500	99	99	9	99	6	6,548
5	6,482	1	53,122	160,221	172,572	95,274	10,700	-	3,200	-	114	99	82	92	6	6,527
2	6,509	3	2,049	7,561	7,439	6,549	4,500	4,300	19,700	4,500	3	10	10	19	4	6,552
4	6,522	1	62,669	158,253	169,875	94,672	-	-	9,700	-	137	84	103	158	5	6,545
3	6,530	1	62,472	157,910	169,442	94,575	-	4,500	9,700	-	160	99	114	191	5	6,597
1	6,544	1	62,094	157,227	168,573	94,356	-	14,500	9,700	-	113	81	88	92	5	6,568
5	6,569	1	(413)	4,664	9,969	5,620	7,700	4,300	13,200	4,500	13	3	9	9	5	6,634
2	6,589	1	60,849	154,985	175,249	93,639	-	17,700	-	-	125	80	84	85	5	6,621
6	6,612	3	60,250	158,393	173,791	93,293	-	16,400	-	-	16	120	43	106	4	6,755
5	6,624	1	3,379	1,984	9,449	4,797	3,200	10,800	10,000	4,500	10	6	10	8	5	6,667
5	6,637	1	59,541	160,337	172,179	92,916	7,500	13,200	-	-	90	99	76	76	6	6,691
4	6,673	1	58,588	168,616	169,876	92,399	7,500	3,200	6,500	-	163	93	85	109	6	6,712
1	6,677	1	5,087	6,948	6,134	4,000	-	9,800	10,000	4,500	8	7	8	9	5	6,700
2	6,678	1	5,036	6,851	5,999	3,968	-	13,000	10,000	4,500	10	10	7	8	6	6,700
1	6,693	1	57,991	170,791	168,477	92,061	7,500	-	11,000	-	111	80	77	125	6	6,730
6	6,722	1	3,870	4,783	3,167	7,809	-	13,000	13,200	-	6	6	4	5	6	6,774
4	6,729	3	3,657	4,405	2,614	7,682	-	13,000	20,700	-	2	19	9	15	4	6,808

Hasil *Running* Penambahan 1 Kapal Kapasitas 7.500

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
1	1	1	5,000	1,500	1,000	4,500	-	-	-	-	12	1	3	8	5	35
2	15	2	4,608	932	9,748	4,402	-	6,500	-	-	2	6	3	38	4	42
6	24	1	4,379	600	9,004	4,348	3,200	6,500	-	-	9	3	2	4	6	57
6	28	1	4,272	6,952	8,663	4,324	3,200	-	7,500	-	14	3	4	8	5	64
4	37	1	4,079	6,659	8,020	4,270	3,200	7,500	7,500	-	15	10	7	11	6	66
5	84	1	2,902	4,868	4,052	3,935	3,200	7,500	12,000	-	6	7	4	9	6	151
3	101	3	2,484	4,270	2,690	3,850	3,200	7,500	18,500	-	99	99	11	99	6	180
6	151	3	4,336	5,597	6,335	3,530	-	4,300	21,000	-	2	8	7	8	4	244
1	160	1	4,112	5,228	5,509	3,459	7,500	4,300	21,000	-	19	5	9	6	5	193
4	224	3	2,385	2,888	4,714	3,072	7,500	7,500	16,500	-	4	13	6	3	7	304
2	264	3	1,304	1,358	7,873	2,813	7,500	7,500	10,000	4,500	3	10	4	18	4	301
5	313	1	99	7,066	3,921	2,498	10,700	-	10,000	4,500	12	4	6	13	5	343
6	346	1	6,726	5,833	1,300	2,299	3,200	6,500	10,000	4,500	15	6	3	12	6	401
1	432	1	7,701	5,824	4,283	6,237	-	3,300	7,500	-	12	5	4	11	6	464
2	15	2	4,608	932	9,748	4,402	-	6,500	-	-	2	6	3	38	4	42
5	6,164	1	1,057	1,400	7,691	5,746	7,500	8,800	10,000	3,200	14	5	6	7	5	6,202
2	6,175	1	798	8,456	7,039	5,580	7,500	7,800	10,000	3,200	11	9	8	19	6	6,196
6	6,240	1	(646)	5,836	3,013	7,891	7,500	7,800	13,200	-	14	6	8	8	5	6,285
1	6,322	1	4,996	7,084	8,057	6,802	-	10,800	3,200	-	11	9	6	10	6	6,355
4	6,365	1	4,031	5,375	8,542	6,227	-	10,800	3,200	-	9	11	7	6	7	6,404
3	6,374	1	3,820	5,001	7,978	6,091	-	10,800	3,200	4,500	99	99	11	99	6	6,417
6	6,391	3	3,501	4,363	7,005	5,890	-	10,800	13,200	4,500	1	13	5	15	4	6,470
2	6,405	2	3,178	3,775	9,314	5,697	7,500	10,800	10,000	4,500	5	11	7	18	4	6,437
1	6,471	1	1,698	7,639	5,122	4,778	10,700	4,300	10,000	4,500	24	6	7	8	5	6,505
5	6,520	1	414	5,322	1,922	4,034	10,700	7,500	10,000	4,500	17	5	6	7	5	6,569
2	6,574	1	2,147	2,631	8,339	7,709	7,500	14,000	-	-	19	8	5	9	6	6,596
4	6,639	1	7,834	6,954	7,208	6,761	-	6,500	-	-	16	8	3	10	6	6,675
3	6,671	1	6,966	5,434	5,141	6,318	-	6,500	4,500	-	99	99	7	99	6	6,726
2	6,684	1	6,542	7,951	4,170	6,104	-	3,300	14,500	-	13	5	12	6	5	6,716
6	6,698	1	6,183	7,336	3,404	5,908	-	6,500	14,500	-	10	5	6	5	5	6,742
6	6,732	3	5,256	5,684	5,676	5,390	-	14,000	10,000	-	2	12	4	6	4	6,834
1	6,738	1	5,105	5,388	5,315	5,303	7,500	14,000	10,000	-	25	8	6	7	6	6,769
4	6,773	1	4,119	3,646	2,851	4,760	7,500	14,000	13,200	-	30	11	8	6	7	6,809
5	6,866	1	1,552	5,635	9,903	7,820	7,500	7,500	-	-	15	5	4	7	6	6,915
3	6,890	1	943	7,702	8,313	7,465	7,500	4,300	6,500	-	99	99	11	99	6	6,959
1	6,915	1	253	6,482	6,731	7,078	7,500	4,300	16,500	-	15	5	10	8	5	6,952

2	6,935	1	7,211	5,508	5,448	6,789	-	7,500	16,500	-	14	6	10	6	5	6,964
4	6,946	1	6,907	4,975	4,749	6,617	-	10,700	16,500	-	15	9	18	9	7	6,976
5	7,026	1	4,703	1,103	6,004	5,413	-	10,700	10,000	4,500	7	5	9	10	5	7,082
6	7,043	2	4,248	7,769	4,853	5,159	-	9,700	10,000	4,500	1	8	3	13	4	7,105
6	7,109	1	2,398	7,785	514	4,137	7,500	6,500	10,000	4,500	12	5	3	13	6	7,165
1	7,144	3	1,425	6,072	8,226	3,621	7,500	6,500	7,500	4,500	4	11	4	12	4	7,183
3	7,179	1	431	7,533	5,892	7,561	10,700	3,300	7,500	-	99	99	9	99	6	7,242
2	7,212	1	(434)	5,978	3,743	7,114	10,700	3,300	17,500	-	18	4	14	9	5	7,247
4	7,233	1	932	5,041	9,984	6,869	10,700	6,500	10,000	-	22	8	14	11	5	7,290
6	7,284	1	5,382	2,775	6,981	6,295	3,200	11,000	10,000	-	13	5	6	6	5	7,311
6	7,332	3	7,455	7,138	4,117	5,738	-	12,000	10,000	-	3	14	5	10	4	7,403
1	7,345	1	7,162	6,555	3,371	5,591	7,500	12,000	10,000	-	27	9	8	8	7	7,371
5	7,399	1	5,917	7,343	247	4,958	7,500	8,800	10,000	3,200	22	7	4	8	6	7,435
2	7,433	1	5,054	5,823	8,136	7,752	7,500	8,800	6,500	-	24	11	10	14	6	7,456

Hasil *Running* Penambahan 2 Kapal Kapasitas 3.200

Kapal	Waktu Kedatangan Kapal	Pelabuhan Muat	Stok Samarinda	Stok Lombok	Stok Surabaya	Stok Pontianak	Intransit Samarinda	Intransit Lombok	Intransit Surabaya	Intransit Pontianak	CD Samarinda	CD Lombok	CD Surabaya	CD Pontianak	Pelabuhan Bongkar Tujuan	Waktu Berangkat
1	1	1	5,000	1,500	1,000	4,500	-	-	-	-	12	1	3	8	5	26
1	11	1	4,700	1,083	78	4,423	-	6,500	10,000	-	8	5	3	22	6	32
2	17	2	4,561	902	9,617	4,392	-	6,500	3,200	-	2	6	2	21	4	51
6	24	1	4,366	7,146	8,947	4,335	3,200	-	3,200	-	12	3	5	6	5	76
1	26	1	4,315	7,071	8,822	4,321	3,200	7,500	3,200	-	11	9	4	14	6	42
4	32	1	4,133	6,810	8,167	4,271	3,200	7,500	6,400	-	73	10	6	10	6	73
3	81	3	2,877	5,000	7,513	3,942	3,200	7,500	7,700	-	99	99	10	99	6	192
5	88	1	2,715	4,786	7,021	3,897	3,200	7,500	17,700	-	8	6	12	17	5	130
1	107	1	2,226	7,231	8,512	3,775	3,200	10,800	14,500	-	20	11	7	11	6	134
1	146	3	4,416	5,781	9,687	3,518	-	10,800	13,200	-	2	19	7	11	4	182
1	153	1	4,258	5,553	9,228	3,480	3,200	10,800	13,200	-	16	10	9	12	6	170
4	196	1	3,232	3,959	9,029	3,196	3,200	10,800	13,200	-	10	11	13	10	4	220
1	229	1	2,413	2,735	9,497	2,987	7,700	10,800	10,000	-	19	8	6	7	6	247
2	235	3	2,244	2,475	8,969	2,944	7,700	10,800	13,200	-	8	15	5	12	6	285
1	266	1	5,924	1,358	6,633	2,755	3,200	10,800	16,400	-	15	7	9	5	7	303
6	353	1	6,908	5,621	9,569	2,190	-	3,300	6,400	3,200	10	4	4	7	6	390
4	364	3	6,651	5,213	8,719	2,114	-	3,300	13,900	3,200	4	11	10	38	4	437
1	410	3	5,534	3,457	8,197	5,018	4,500	3,300	10,700	-	3	7	4	12	4	457
1	428	1	5,139	2,823	9,959	4,904	7,700	3,300	7,500	-	22	4	5	20	5	459
3	433	3	4,972	2,600	9,420	4,873	7,700	6,500	7,500	-	99	99	7	99	6	558

1	440	1	4,783	2,338	8,878	4,824	7,700	6,500	17,500	-	22	5	10	11	5	467
2	462	1	4,205	8,012	7,018	4,686	7,700	3,200	17,500	-	24	7	9	10	5	493
5	526	1	7,017	5,617	9,376	4,251	3,200	6,400	10,000	-	16	6	10	7	5	579
1	597	1	5,217	6,203	3,656	3,810	3,200	9,700	10,000	-	13	9	6	11	6	638
1	7,767	1	7,197	5,838	688	5,792	4,500	14,000	10,000	3,200	26	9	4	13	6	7,794
1	7,791	1	6,657	8,013	9,326	5,537	4,500	10,800	3,200	3,200	23	8	5	12	6	7,828
2	7,830	1	5,744	6,276	7,064	5,084	4,500	10,800	6,400	3,200	22	8	8	11	5	7,862
3	7,850	1	5,280	5,335	9,075	4,827	4,500	14,000	3,200	3,200	99	99	11	99	6	7,891
1	7,891	3	4,315	3,512	9,954	7,554	4,500	14,000	10,000	-	5	18	6	15	4	7,932
1	7,903	1	4,045	3,001	9,167	7,409	7,700	14,000	10,000	-	31	9	7	10	6	7,936
1	7,936	1	7,802	1,615	7,202	7,075	3,200	14,000	13,200	-	26	7	10	9	5	7,960
4	8,023	2	5,847	5,388	2,496	6,182	3,200	9,700	13,200	-	5	11	6	15	4	8,065
6	8,065	1	4,898	3,532	174	5,787	7,700	9,700	13,200	-	23	5	5	10	5	8,119
3	8,167	1	5,803	5,729	8,009	4,781	4,500	10,700	-	-	99	99	5	99	6	8,228
5	8,184	1	5,432	8,236	7,078	4,602	4,500	7,500	10,000	-	19	10	8	5	7	8,219
1	8,193	3	5,206	7,831	6,534	4,509	4,500	7,500	10,000	6,500	5	13	7	14	4	8,238
1	8,203	3	4,998	7,456	6,044	4,405	7,700	7,500	10,000	6,500	8	15	7	25	6	8,239
2	8,238	1	4,230	5,980	4,161	4,030	7,700	7,500	13,200	6,500	31	9	9	21	6	8,253
1	8,322	1	6,793	5,554	9,629	3,238	3,200	4,300	6,400	6,500	19	5	9	20	5	8,360
4	8,376	3	5,610	3,227	6,869	2,715	3,200	7,500	6,400	6,500	5	12	7	49	4	8,420
1	8,417	1	7,917	1,465	7,844	2,328	4,500	7,500	13,200	6,500	25	5	12	21	5	8,449
1	7,767	1	7,197	5,838	688	5,792	4,500	14,000	10,000	3,200	26	9	4	13	6	7,794
1	7,791	1	6,657	8,013	9,326	5,537	4,500	10,800	3,200	3,200	23	8	5	12	6	7,828
2	7,830	1	5,744	6,276	7,064	5,084	4,500	10,800	6,400	3,200	22	8	8	11	5	7,862
3	7,850	1	5,280	5,335	9,075	4,827	4,500	14,000	3,200	3,200	99	99	11	99	6	7,891
1	7,891	3	4,315	3,512	9,954	7,554	4,500	14,000	10,000	-	5	18	6	15	4	7,932
1	7,903	1	4,045	3,001	9,167	7,409	7,700	14,000	10,000	-	31	9	7	10	6	7,936
1	7,936	1	7,802	1,615	7,202	7,075	3,200	14,000	13,200	-	26	7	10	9	5	7,960
4	8,023	2	5,847	5,388	2,496	6,182	3,200	9,700	13,200	-	5	11	6	15	4	8,065
6	8,065	1	4,898	3,532	174	5,787	7,700	9,700	13,200	-	23	5	5	10	5	8,119

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Elisabeth merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Lahir di Bontang, 18 Januari 1995. Penulis memulai pendidikan di TK YPVDP, SD YPVDP, SMP YPVDP, dan kemudian dilanjutkan di SMA YPVDP. Penelitian Tugas Akhir ini dibuat agar penulis mendapatkan gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selain mengikuti kegiatan akademis penulis juga terlibat dalam kegiatan kepanitian dalam jurusan, Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, kepanitian fakultas, institut, dan nasional, serta mengikuti UKM Muaythai dan Beswan Djarum angkatan 31. Tugas akhir ini masih belum sempurna sehingga untuk saran dan kritik dapat menghubungi penulis mengenai tugas akhir ini pada email elitmbn@gmail.com.